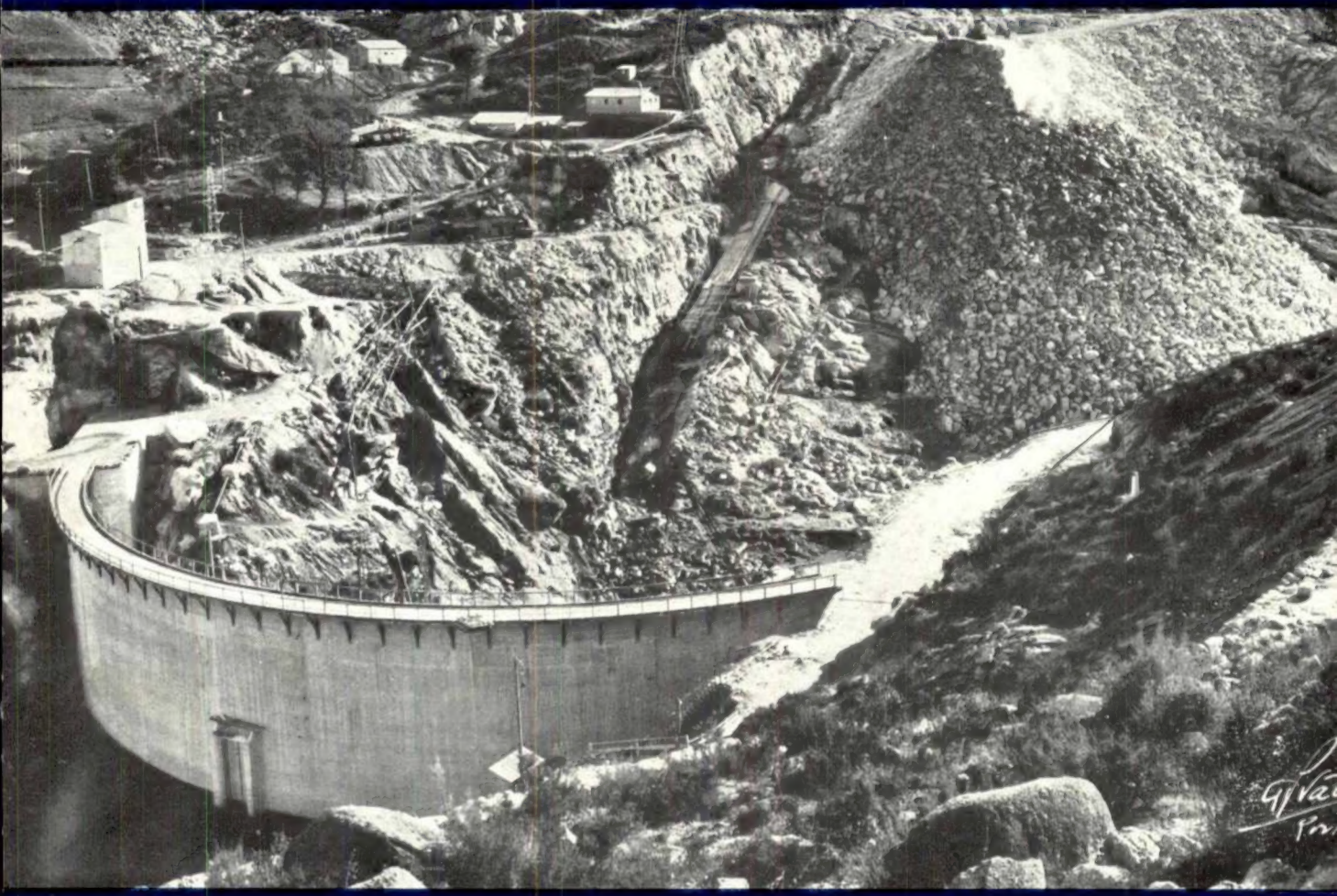
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 261-ABRIL-1956

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO...	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua uque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

MARS-LUMOCHROM

O lápis de cor para desenho e cópias heliográficas com a ponta de agulha duradoura, em 24 cores vivas. Tanto a mina como os traçados são inalteráveis à água e ao sol, portanto é o lápis ideal para plantas da construção civil e mapas topográficos.

STAEDTLER

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 261 Abril de 1956

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA

ADMINISTRADOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

SECRETÁRIO

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

CORPO REDACTORIAL

EDUARDO ARANTES E OLIVEIRA

FERNANDO TIAGO SANCHES

RUI DO CARMO MOURA

JOÃO CARLOS DA MAIA NOGUEIRA

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Um aspecto da construção da Barragem de Paradela (Dezembro de 1955) vendo-se no 1.º plano a ensecadeira de montante, e ao centro a escavação do muro, corta-águas, do qual um troço já está betonado.

Pág

Dr. Alfredo Bensaúde

Pelo Eng.º P. A. Monteiro de Barros 359

Fabrico de ferro-silício de 45 %

Pelo Eng.º Quim.-Ind. (I. S. T.) Manuel Chagas Roquette . . 361

Alunos premiados no ano lectivo de 1954-55 370

A propósito da equação de Riccati

Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Ernâni Rocha 371

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 378

Aspectos da interligação das indústrias metalúrgicas e químicas

Pelo Eng.º Quím.-Ind Vergílio Rui Teixeira Lopo 379

Método rápido para a determinação do limite líquido — Aplicação aos solos de Moçambique

Pelo Eng.º Quím.-Ind. Maria José Forjaz de Sampaio 387

Sobre a equação de Riccati 393

Do Mundo Técnico 394

Biblioteca 399

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XI
Ahlers, Lindley, Ltd.ª XX
António Baró IX
Automóveis Citroen XLII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XLV

B

Blackwood Hodge XXXIX
Bouhon & Irmão, Ltd.ª IX

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XXI
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia «Cimento Tejo» XL
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXII
Companhia União Fabril XII
Construções Técnicas, Ltd.ª IX
C. Santos, Ltd.ª . . . . . X e XLIX

E

Edmond Dardel II
Edouard Dalphin . . . . . 4.ª da capa
Electro-Arco, Ltd.ª XLIII
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª . . . . . XXIV e XXXVII
Empresa Electro Cerâmica XII
ENAE XXXI
Empresa Húngara para o Comércio Exterior de Máquinas XVIII, XXXII e XXXIV
Empresa de Produtos Asfálticos . . . IV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XIV

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXVI
Fábrica Portugal XXXIII
Fundição e Construção Mecânicas VI

H

Harker, Summer & C.ª, Ltd.ª XLVIII
Heliaço, Lda. XIX
Henry Wiggin VIII
Henriques & Castro, Ltd.ª IV
Horácio Alves XLV

I

Pág.

INEL XXV
IST XLVII

J

J. E. Michaëlis de Vasconcellos (Eng.º) XXIV

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV
Lusalite XXIX

M

Mabor XLIII
Manil XXXVII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XLVIII
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . XIII e XLI

N

Nordberg XXXV

P

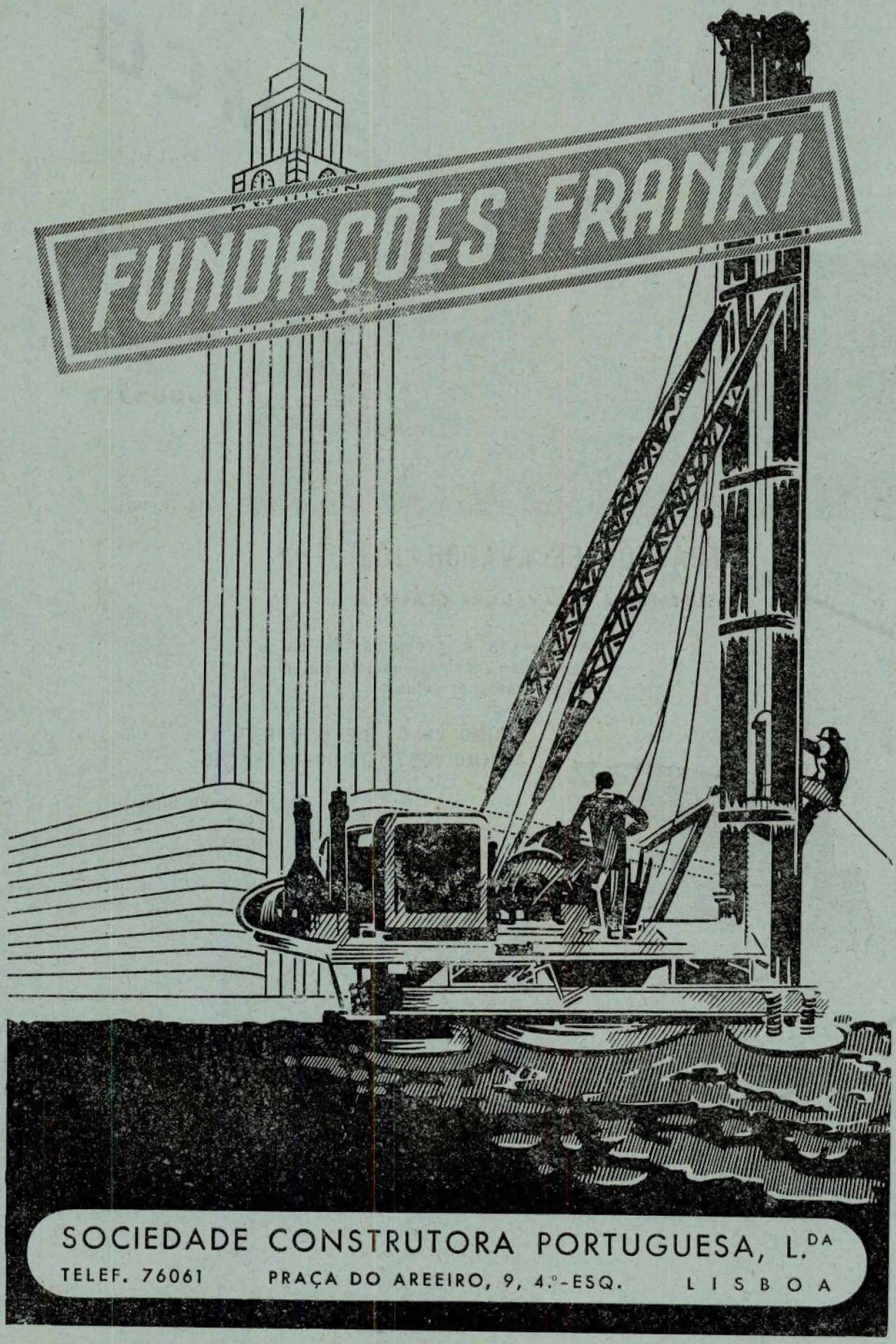
Papelaria Fernandes XXX
P. Bellasi XVI
Philips Portuguesa XVII
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

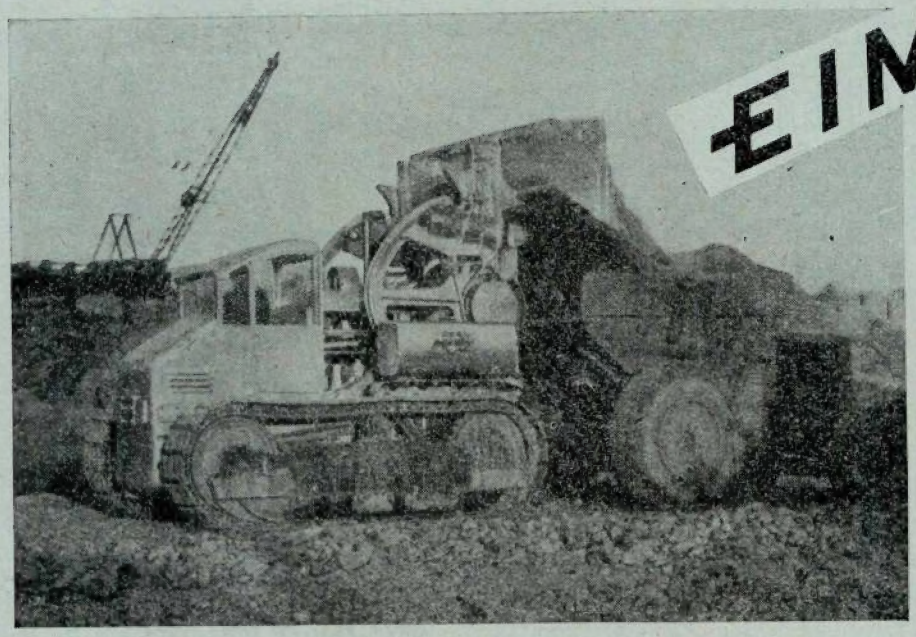
S

S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XXVII
Siemens — Comp.ª de Electricidade VII
SIMET XXVIII
SKF XXVIII
SMEIA . . . . . V e XLIV
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XLVIII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXVI
Sociedade Industrial Metalúrgica . XLV
Socotel XXIII
SOFAI XLVI
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLIII
SOMEC XL
SOPECATE XII
Staedtler . . . . . 2.ª da capa
Standard Eléctrica XXXVIII

U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA



EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

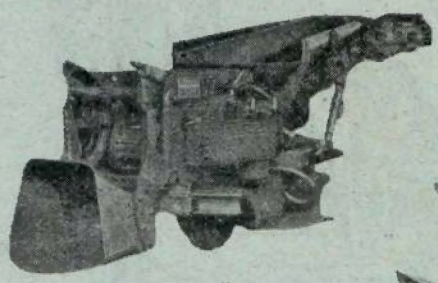
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

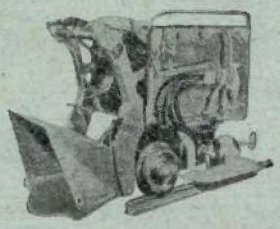
MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas



Modelo 40



Modelo 21

Modelo 12 B

Locomotiva a ar

TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

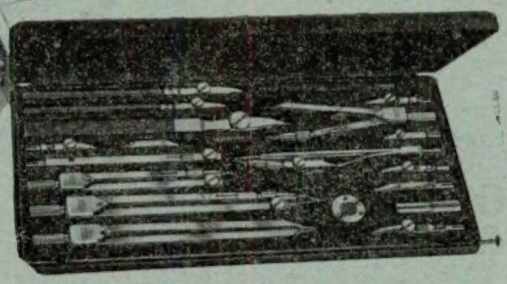
•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL
Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA
Telef. 4 2289

WILD
HEERBRUGG

A MARCA SUIÇA DE
PRESTÍGIO
INTERNACIONAL



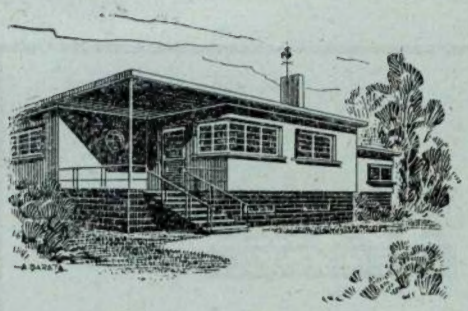
ESTOJOS DE DESENHO
DE
AÇO INOXIDÁVEL

À VENDA NAS BOAS PAPELARIAS

■

REPRESENTANTES NO PAÍS:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
RUA EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 • LISBOA
TELEFONE: 24314 TELEGRAMAS: TECNA



APRESENTA EM TODO O MUNDO
UM PRODUTO À BASE DE CIMENTO

EMBELESADOR
PETRIFICANTE
HIDRÓFUGO

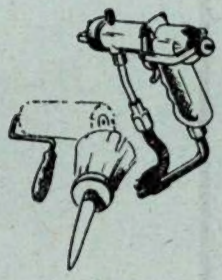
DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL E ULTRAMAR:

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

Av. Conde de Valbom, 96
LISBOA

Tele { gramas: HENRICASTRO
fones 77 50 57 - 77 50 58

APLICAÇÃO
FÁCIL



Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

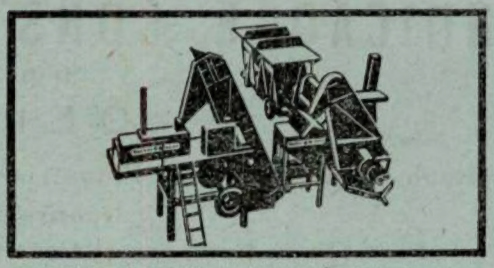
COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

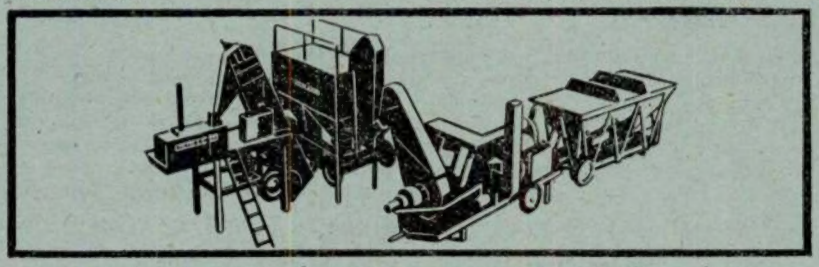
TELEFONES { 4 2651
4 2156

TELEG. EPALDA—LISBOA

MISTURA FRIA — Produz acima de 50 ton. / hora com o misturador 840-B.



MISTURAS QUENTES INTERMÉDIAS — Produz até 45 ton. / hora, utilisando o misturador e secador.



MISTURA AGREGADOS MÚLTIPLOS, DE ALTA QUALIDADE — Com rendimento de 45 ton. / hora, usando o misturador, o secador e o seleccionador.

Nova instalação de mistura de betuminosos, marca BARBER GREENE, modelo 840-B

Escolha a instalação de Mistura que mais o satisfará. — Por baixo custo inicial, pode adquirir a nova instalação de mistura de betuminosos, marca Barber Greene, modelo 840-B que apresenta as características próprias das grandes instalações. O misturador isolado produz bases estabilizadas e misturas betuminosas frias. Adicionando um secador, um seleccionador e um retentor de poeiras (ciclone) ao misturador, poderão produzir-se misturas betuminosas de quaisquer características.

O novo e mais comprido misturador, de veio duplo, proporciona uma mistura mais perfeita e uma maior capacidade.

A tremonha de descarga do misturador é accionada hidràulicamente, facto que evita a segregação da mistura. A posição alta da tremonha de descarga permite que as camionetas parem para a carga, mesmo por baixo da tremonha.

Fàcilmente móveis e montáveis. — Todas as unidades são transportadas sobre semi-reboques equipados com rodas de pneus, fàcilmente rebocáveis por camionetas. Todas as unidades dispõem de suportes ajustáveis, não necessitando, pois, de bases.

Para informações detalhadas dirija-se ao representante exclusivo.

Barber-Greene

Barber-Greene Americas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Overseas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Canada, Ltd., Toronto, Ontario, Canada
Barber-Greene Olding & Co., Ltd., Hatfield, Herts, England

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8
LISBOA

Ad No. 55-203A-B

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc.

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telefones:
Serviços 043 324 a 043 327
Administração 043 156
Secção Aquec. 4 1110 - 45301

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa

No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

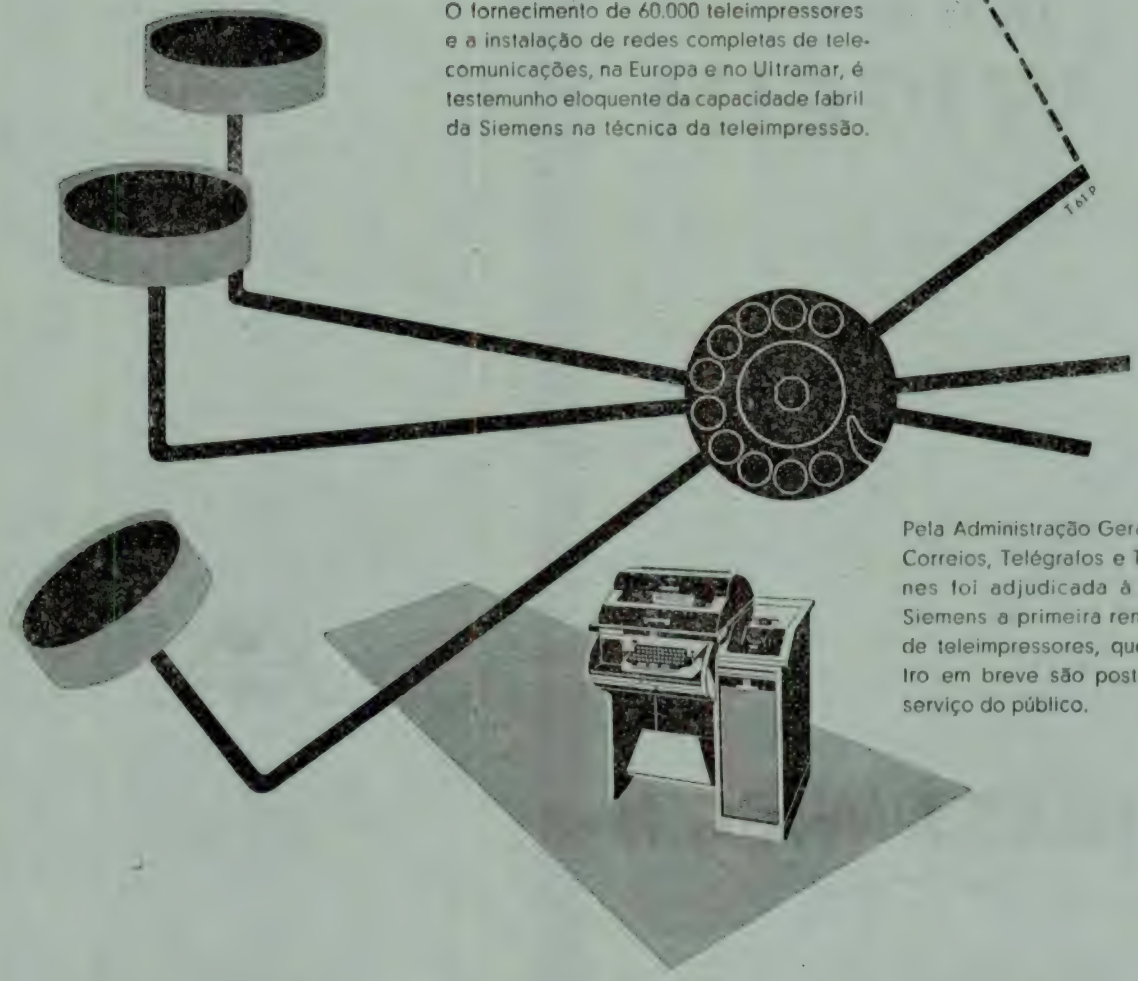
SIEMENS

Ganhar tempo - Evitar despesas

Estas são as vantagens que lhe oferece o

teleimpressor

O fornecimento de 60.000 teleimpressores e a instalação de redes completas de telecomunicações, na Europa e no Ultramar, é testemunho eloquente da capacidade fabril da Siemens na técnica da teleimpressão.



Pela Administração Geral dos Correios, Telégrafos e Telefones foi adjudicada à Casa Siemens a primeira remessa de teleimpressores, que dentro em breve são postos ao serviço do público.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT

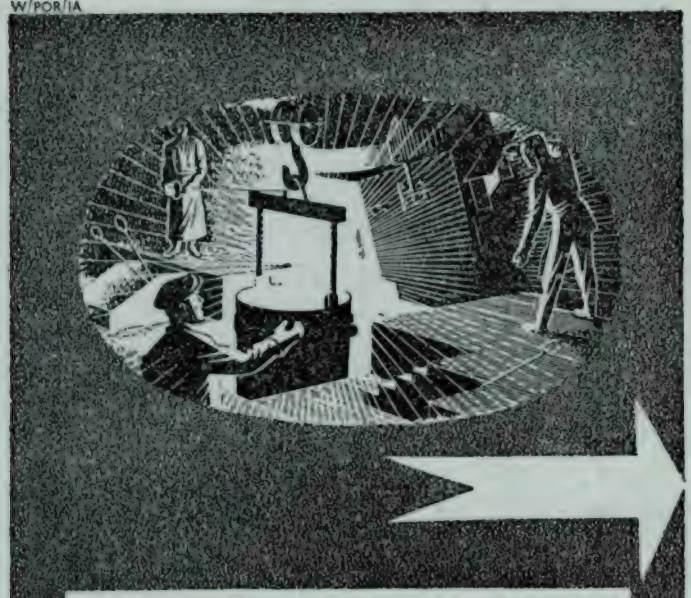
WERNERWERK FÜR TELEGRAFEN- UND SIGNALTECHNIK · BRAUNSCHWEIG

REPRESENTADAS EM PORTUGAL POR

SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE S.A.R.L.

LISBOA, R. AUGUSTA, 118-10 · PORTO, R. DAS CARMELITAS, 12

W/PORTIA



Ligas de Niquel

WIGGIN

O estudo e fabrico de ligas não-ferrosas de alta qualidade, tem sido o nosso objectivo durante mais de um século. Os produtos "Wiggin", apresentados durante aquele periodo, foram concebidos para fins especificos, envolvendo condições de trabalho que não podem ser conseguidas com outros metais ou ligas.
Ligas resistentes ao calor e à corrosão, materiais para resistencias electricas e ligas de expansão controlada, encontram-se entre os produtos "Wiggin". Teremos grande prazer em fornecer todas as informações técnicas e recomendações sobre as suas propriedades, aplicações e fabrico.

HENRY WIGGIN

AND COMPANY LIMITED

WIGGIN STREET · BIRMINGHAM · 16

INGLATERRA

NIQUEL . . . em vários tipos e para diferentes condições de trabalho.

MONEL* . . . liga de niquel-cobre, possuindo excelente resistencia à corrosão, para uma extensa gama de condições de trabalho.

CORRONEL B . . . para resistir ao ácido cloridrico e aos cloretos mais corrosivos.

INCONEL . . . resistente à oxidação, a temperaturas elevadas e possuindo boas propriedades mecanicas a altas temperaturas.

BRIGHTRAY . . . série de ligas de niquel-cromio e niquel-cromio-ferro para resistencias electricas.

FERRY . . . liga de niquel-cobre propria para resistencias, cujas temperaturas de trabalho não excedam 300°C.

NILO . . . série de ligas cujo uso é recomendado sempre que coeficientes baixos e médios de expansão controlada sejam necessários.

NI-SPAN C . . . Liga de expansão controlada para molas de instrumentos de precisão.

METAIS TERMO-ELECTRICOS . . . permitindo uma grande variedade de graus de deflexão e resistividades electricas.

* Marca registada

HENRY WIGGIN

Agentes em Portugal:
Ahlers, Lindley, Lda
Rua do Ferregial de Baixo, 33-2º, Lisboa, C
Telefone Nº 21321/4.

e Palacio do Atlântico, 408
Praça D. João I, Porto
Telefone Nº 31414

TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

•

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º
LISBOA
Telefone 2 2344

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

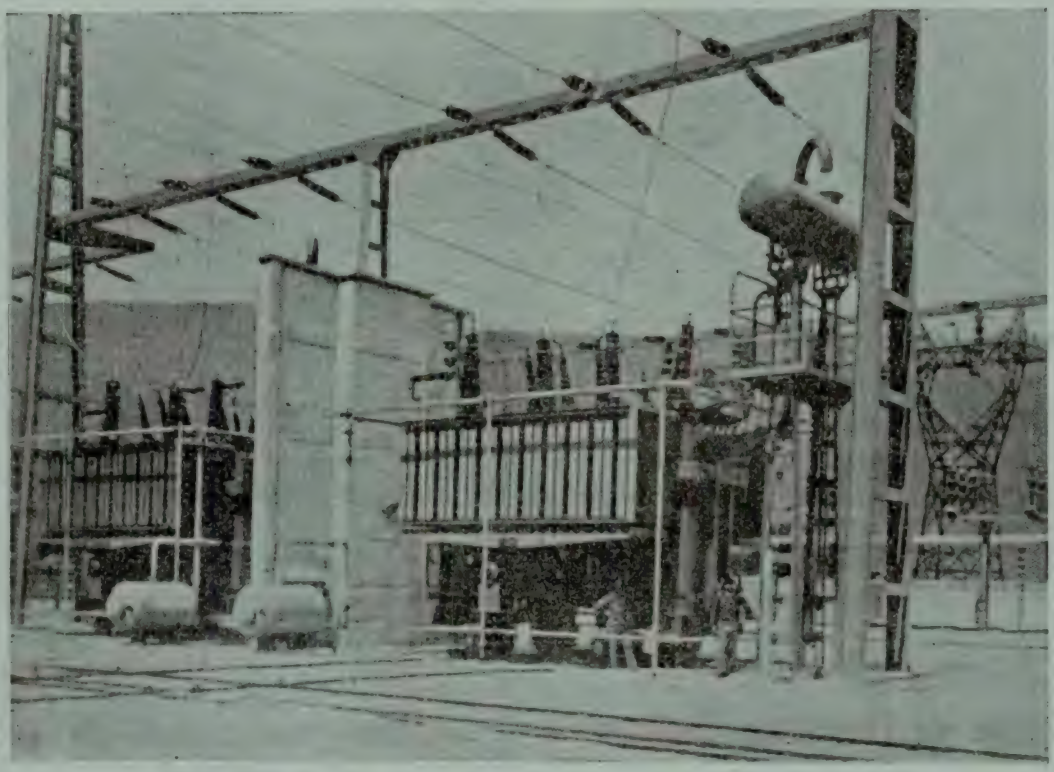
OBRAS PÚBLICAS

Torre da Alfândega de Luanda, executada pelo sistema de moldes deslizantes «PROMETO»

MOTORES DIESEL
MERCEDES-BENZ
MARÍTIMOS E INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA MAGNÍFICA ROBUSTEZ E GRANDE ECONOMIA. GARANTINDO UM ELEVADO RENDIMENTO E A MAIOR SEGURANÇA DE FUNCIONAMENTO
DE 20 A 2500 HP
REPRESENTANTES
C. SANTOS LDA.
DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA — TRAVESSA DA GLÓRIA, 17 — LISBOA

SAVOISIENNE

Ateliers de Constructions de Transformateurs de la Compagnie Générale d'Electricité de Paris



2 transformadores trifásicos 30 MVA, 155/64/10,5 KV, instalados na Substação de «Serrières en Chautagne», França

Referências em Portugal:

— Companhia Nacional de Electricidade

— 3 transformadores 60.000 kVA — Subestação de Sacavém

— 2 transformadores 50.000 kVA — Subestação de Ermezinde

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º ◆ às Cortes ◆ LISBOA ◆ Telefs. 660692-666082-660604

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

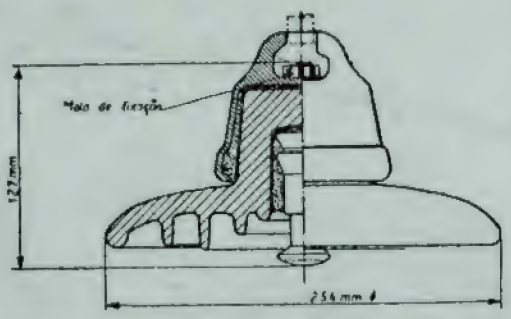
Candal — Gaia

ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos



Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Sociedade de Pesquisas, Captações de Agua e Transportes, L.da

---

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

PÁ CARREGADORA FRONTAL

De comandos hidráulicos

(Capacidade da pá=
1 ou 2 jardas cúbicas)

VENDER

COM ESCARIFICADOR TRASEIRO

Também comandado hidràulicamente

PARA EQUIPAR TRACTORES "VENDER"

Modelos **"BULLY"** e **"CHAMPION"**,
respectivamente de 53,5 e 90 HP.

Queiram pedir informes sobre estas máquinas, bem assim toda a restante aparelhagem de movimentação de terras própria para os referidos tractores, aos

**AGENTES EXCLUSIVOS PARA
PORTUGAL, ANGOLA E MOÇAMBIQUE**

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (Alcântara) — LISBOA
Telef. 63 70 83 4/5

Sucursais e Agências em BEJA, PORTO, VILA FRANCA DE XIRA, ÉVORA, SANTARÉM, CASTELO BRANCO, LUANDA e LOURENÇO MARQUES

ESCAVADORAS

LINK-BELT

PEEDER

CLAMSHELL K-360 (Capacidade 1 — 1/2 jd.³)

— **Modelos** desde 1/2 a 2 1/2 jardas cúbicas de capacidade.

— **Equipamentos frontais:** «dragline»; «clamshell»; guindaste; bate-estacas; retro-escavadora e escavadora pròpriamente dita.

— **Comandos hidráulicos** Speed-o-Matic, patente da Link-Belt Speeder.

— **Montagens possíveis:**

LAGARTAS

CHASSIS SOBRE PNEUS

CAMIONS

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
PARA A METRÓPOLE E ULTRAMAR

ESTABELECIMENTOS HEROLD, L.DA

RUA DOS DOURADORES, 7

LISBOA

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

Dois alternadores verticais, cada um de 40.000 kVA, 300 rot/min, na Central Handeck II

Para o grupo de Centrais Oberhasli, OERLIKON forneceu:

Handeck I:	4 Alternadores de 32000 kVA	= 128.000 kVA
Innertkirchen:	5 Alternadores de 52250 kVA	= 261.250 kVA
Handeck II:	2 Alternadores de 40000 kVA	= 80.000 kVA
Grimsel:	1 Alternador de 46000 kVA	= 46.000 kVA
	NUM TOTAL DE	**515.250 kVA**

P. BELLASI

Representante Geral para Portugal e Ultramar

Rua de Sá da Bandeira, 494 - 3.º • Tel. 21968

PORTO

dos **ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON • ZURICH 50**

SUISSE

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA ADMINISTRADOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
SECRETÁRIO — CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
CORPO REDACTORIAL — EDUARDO DE ARANTES E OLIVEIRA, FERNANDO TIAGO SANCHES, JOÃO CARLOS DA MAIA NOGUEIRA E RUI DO CARMO MOURA

Ano XXXI - N.º 261 Abril de 1956

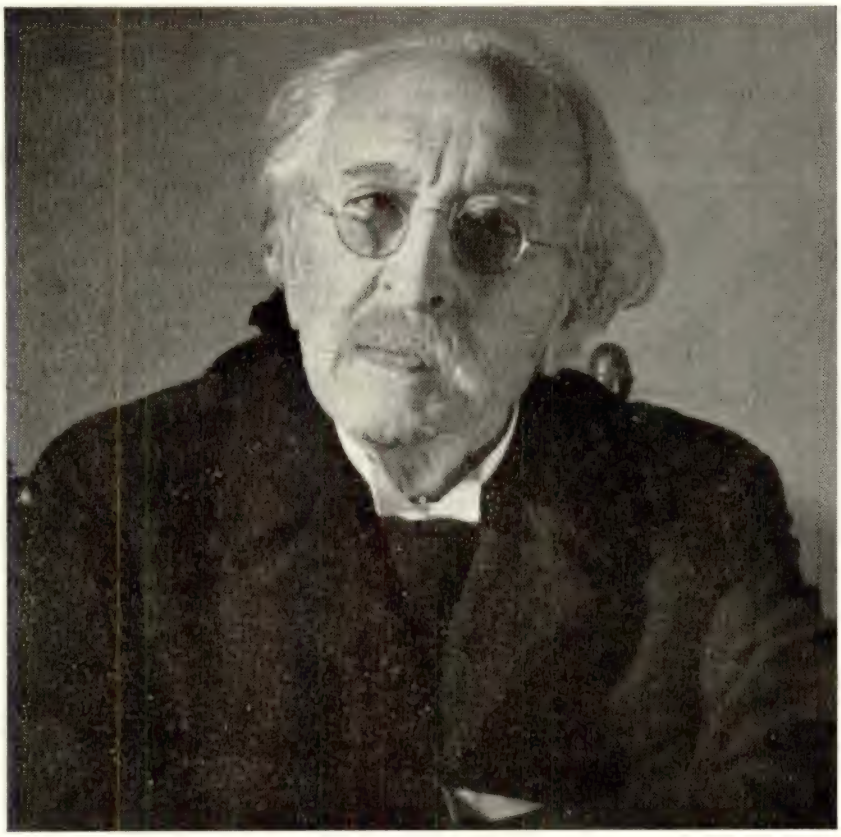
C. D. U.: 624.04.001.57(469)

DR. ALFREDO BENSAÚDE

PELO ENG.º P. A. MONTEIRO DE BARROS
PROF. I. S. T.

Em 13 de Março de 1856 nasceu em Ponta Delgada um rapazito, que um pouco mais de meio século decorrido, viria a ser o criador do Instituto Superior Técnico.

A obra iniciada pelo Dr. Alfredo Bensaúde projectou na vida escolar portuguesa de 1911 uma tão vincada modificação dos velhos hábitos, que é justo e é dever nosso, a um século do seu nascimento rendermos à sua memória a expressão da nossa saudade e da nossa gratidão.



Não repetirei o que disse a quando da inauguração do singelo monumento que no Instituto perpetua o nosso reconhecimento ao fundador da Escola.

Seja-me permitido trazer uma recordação pessoal do meu convívio com o Dr. Bensaúde.

É geralmente sabido que Bensaúde fazia rabecas, passatempo nas suas horas de folga. Repousava, trabalhando, o que é a melhor forma de descansar.

O que poucos sabem, porém, é que essa sua habilidade manual, era a manifestação dum dos caracteres mais acentuados da sua individualidade. Contou-me o Dr. Bensaúde que quando estudante em Hannover, passava todos os dias pela oficina dum violeiro afamado, com um alemão seu condiscípulo.

Até que um dia discutindo os dois, apostaram se seriam ou não capazes, em prazo dado, de construirem cada um o seu violino ... mas que tocasse sem fazer arripiar os ouvidos.

Bensaúde obteve logo do violeiro licença para entrar na oficina e com toda a aplicação de que era capaz começou a aprendizagem da arte de fazer rabecas, o que parece não é dos trabalhos mais fáceis.

Bensaúde ganhou a aposta e no tempo fixado, o seu violino estava pronto, e tinha boa sonoridade.

O alemão, com as típicas características da sua raça, ainda estava a escolher as madeiras que deveria empregar.

Episódio um tudo nada divertido, mas manifestação duma vontade forte, persistente, apaixonada.

Com essa vontade forte, se criou o Técnico.

Com essa persistência e com essa apaixonada dedicação quotidiana o amparou e dirigiu até 1920.

Coadjuvado por um grupo de professores notáveis: Dr. Mira Fernandes, Charles Lepierre, Vicente Ferreira, Ernesto Fleury, Ferreira Roquette, Santos Viegas, A. Droz, o Dr. Bensaúde fez do Técnico a escola de que nos orgulhamos, a escola de que hoje já no limiar da velhice, recordo com saudade.

Nem sempre decorreu calmo o período da sua direcção no Técnico.

Não vale a pena referir acontecimentos de vária ordem e de diversas origens que fizeram perigar a existência da escola na sua estrutura, um tanto ambiciosa para a época.

Mas o Técnico, porque tinha bases sólidas e mão firme a conduzi-lo, resistiu.

E resiste, mais de quarenta anos passados da sua criação, para orgulho dos que formados sob a orientação de Bensaúde, tiveram a honra de lhe recolher a herança.

É a vontade forte, de que Bensaúde nos deu o ensinamento, que espero todos os futuros engenheiros do I. S. T. tenham sempre na sua vida profissional.

Que se desprendam da superficialidade de conceitos, das generalizações vagas, que não descurem os pormenores, porque do seu somatório resultará a perfeição da obra, que se apaixonem pelos resultados a conseguir.

Será esta a melhor forma de honrarem a memória do fundador do Técnico.

São os votos que faço, ao comemorarmos o centenário do seu nascimento.

CONCURSO PARA PROFESSOR DA CADEIRA DE TELECOMUNICAÇÕES DO I. S. T.

Realizaram-se de 11 a 14 de Abril, as provas para Professor Catedrático de Telecomunicações do Instituto Superior Técnico, a que concorreram os Engenheiros Manuel José Petrony de Abreu Faro e António Alves Carvalho Fernandes, tendo ficado o primeiro aprovado com mérito absoluto e relativo e o segundo em mérito absoluto.

A *Técnica* apresenta a ambos as suas felicitações.

C. D. U. 669.15.782 — 194

FABRICO DE FERRO-SILÍCIO DE 45 %

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL DIPLOMADO (IST) MANUEL CHAGAS ROQUETTE

Dentro dum programa de aperfeiçoamento técnico constante, produziu a indústria electro-metalúrgica portuguesa, no ano passado, pela primeira vez, ferro-silício de 45 %; porque se trata de ferro-liga de importante aplicação e cujo fabrico apresenta aspectos pouco conhecidos, pareceu-nos oportuna a publicação das notas que se seguem.

I — Aplicações

O ferro-silício de 45 % Si, produto do forno eléctrico, é uma das ferro-ligas fabricadas em maior tonelagem. A produção mundial cifra-se por algumas centenas de milhar de toneladas. No nosso País o consumo é ainda reduzido, mas o desenvolvimento industrial e metalúrgico que se avizinha, permite antever, dentro de prazo curto, mercado interno já de certa importância.

O ferro-silício de 45 % Si é empregado principalmente como desoxidante no fabrico do aço e gusa, e como elemento correctivo, pelo teor em silício que permite introduzir nos produtos ferrosos.

II — Características físicas e químicas

O ferro silício com 45 % Si, de boa qualidade, apresenta a seguinte composição química típica:

Silício (Si)	45 - 50 %
Carbono (C)	0,3 % máximo
Fósforo (P)	0,07 % máximo
Enxofre (S)	0,05 % máximo
Ferro (Fe)	50 - 55 %

O teor em carbono é na realidade por vezes bastante inferior ao limite de garantia (da ordem de 0,1 %) devido à fraca afinidade do C pelo Si, nestas ferro-ligas.

O metal é bastante brilhante, frequentemente com superfície de aspecto prateado; para teores mais elevados tem tonalidade cinzenta. A sua densidade média oscila por 4,9.

Muito se tem escrito sobre a estabilidade e desagregação dos ferro-silícios. As opiniões e certos dados, frequentemente citados na literatura técnica, são por vezes discordantes.

Segundo os trabalhos clássicos de Guetler e Tammann, existem apenas duas combinações estáveis de ferro-silício:

Fórmula	Peso molecular	% Silício
Fe_2Si	139,74	20,2
Fe Si	83,90	33,7

Pelo contrário, é ainda duvidosa a existência dos seguintes compostos de ferro e silício, que no entanto alguns investigadores pretendem ter isolado: $FeSi_2$, Fe_3Si_2, Fe_3Si_4, Fe_2Si_3, Fe_2Si_5 e $FeSi_3$.

Coutagne e Mainardis afirmam que são zonas de instabilidade do ferro-silício 30 a 40 % e 47 a 65 % Si. A electrometalurgia fabrica correntemente os ferro-silícios 20-25 %, 45-50 % e 65-70 %, fora daqueles intervalos, evitando assim as contingências da desagregação. No entanto, mesmo dentro dos chamados intervalos de instabilidade, aparecem, por vezes, produtos que não se desagregam. Apontamos, a título de exemplo, alguns casos:

intervalo 30-40 % Si . . .	33,00 % Si
intervalo 47-65 % Si . . .	49,25 % Si 50,00 % Si 52,30 % Si

Guetler e Tammann construiram, baseados em trabalho experimental, um diagrama de ferro-silício, que ainda hoje é aceite. Segundo esses investigadores, as ligas de ferro e silício, apresentariam no estado sólido a seguinte constituição:

a) até ao ponto de eutectia E correspondente a uma mistura de Fe_2Si e Fe Si-soluções sólidas de Fe Si em Fe;

b) de E até um máximo correspondente a Fe Si-soluções sólidas de Fe Si, no primeiro eutéctico;

c) desde o máximo anterior até novo ponto de eutectia F correspondente à mistura de Fe Si e Si-soluções sólidas de Fe Si, no segundo eutéctico;

d) de F até ao silício metal, soluções sólidas de Si, no eutéctico Fe Si + Si.

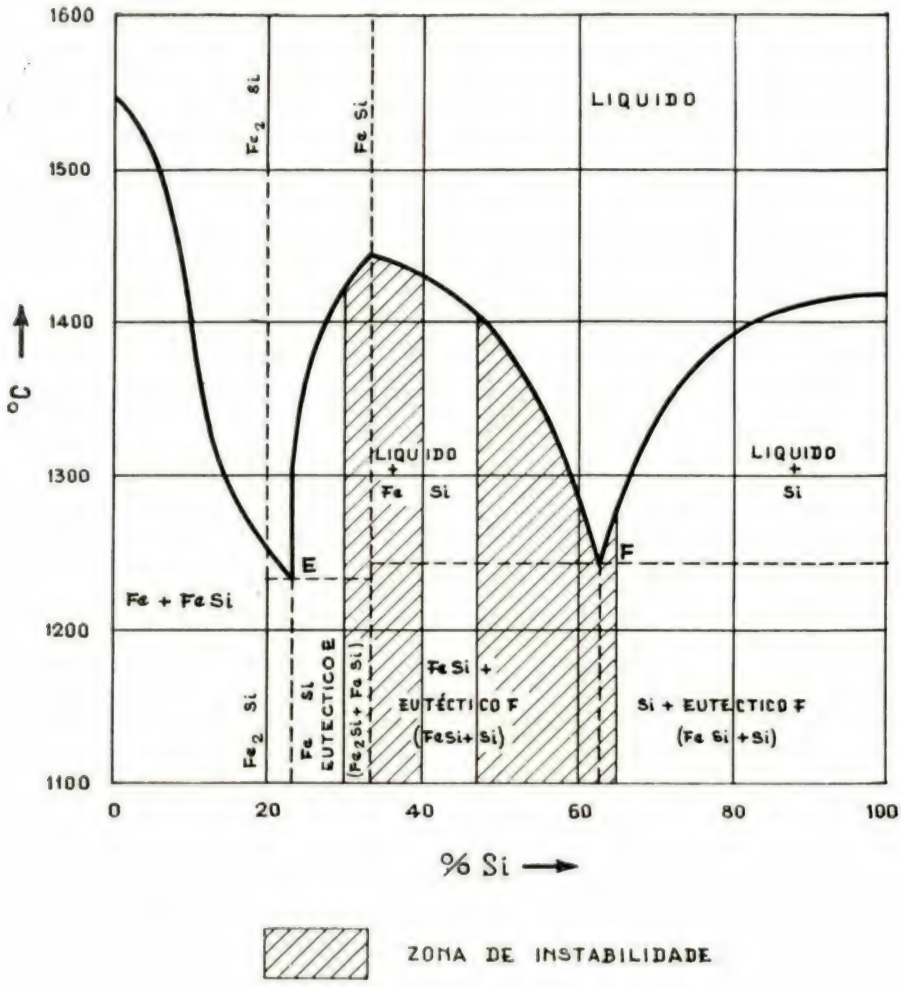
É curioso notar, que devido à instabilidade de algumas zonas de ferro-silício, a indústria só vel, quanto maior for a pureza das matérias-primas e o cuidado havido na fabricação;

b) mesmo utilizando boas matérias-primas (com teores de P, Ca e Al reduzidos e boa reactividade) e seguindo boa técnica, há que temer a desagregação;

c) a desagregação, que vai desde o estalar do metal até à pulverização espontânea, começa a verificar-se logo no dia seguinte à sangria, e é tanto mais para temer quanto mais próximo de

Diagrama do ferro-silicio

Guetler e Tammann



utiliza o primeiro ponto de eutectia (ponto E correspondente à liga de 20-25 % Si), não aproveitando o segundo ponto F.

Em relação à liga com 45 % Si encontra-se, no entanto, bem demonstrado pela prática, que:

a) o ferro silício de 45 % é tanto mais está-50 % Si, se encontra o teor da liga; de 45 % a 47 % o ferro é normalmente estável;

d) é sempre conveniente resguardar-se do tempo, o ferro silício 45 %, mantendo-o, após a fabricação, em sítio coberto e expedindo-o em recipientes fechados, ou sob encerado.

É curioso, no entanto, frizar que, partindo de boas matérias-primas e utilizando boa técnica, se consegue fabricar ferro-silício, com teores entre 47 e 50 % Si, isto é, já na chamada zona de instabilidade. Trata-se, no entanto, duma regra que, mesmo nas condições atrás indicadas, apresenta excepções: por vezes, sem que seja fácil encontrar explicação para o sucedido, dentro de vinte ou trinta sangrias com o mesmo teor, no referido intervalo, uma se desagrega.

III — Base do processo

A produção do ferro-silício baseia-se na redução da sílica pelo carbono:

$$SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO - 148{,}9 \text{ Cal}$$

Esta reacção fortemente endotérmica exige temperaturas muito elevadas, tanto mais altas quanto maior é o teor do ferro-silício a fabricar. A partir de 18 % Si, o ferro-silício produz-se normalmente no forno eléctrico de arco-resistência. A marcha é quente. Volatilizam-se quantidades apreciáveis de sílico. Um dos pontos im-

Junho de 1955

Pela 1.ª vez produziu-se ferro-silício 45 %, em Portugal

portantes a dominar é precisamente o de manter regime quente, mas de não permitir que este se acentue de tal modo que aumentem as perdas de silício e se dêm reacções secundárias, como a formação de carboneto de silício:

$$SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2\,CO$$

Na preparação do ferro silício frequentemente parte das limalhas e retalhos de aço encontra-se oxidada, o que exige uma redução suplementar:

$$O_3\,Fe_2 + 3C \rightarrow 3CO + 2\,Fe$$

Para produzir ferro-silício de 45 % Si, num forno moderno de potência média, gastam-se em regra, por tonelada:

8.500 kWh
1.200 kg quartzo
550 kg limalhas ou retalhos de aço
700 kg coque

O aproveitamento em silício oscila entre 70 e 85 %; o rendimento energético do forno eléctrico entre 45 e 65 %; a quantidade de carbono consumido é muito variável, conforme a marcha do forno, perdas de volatilização de silício, estado de oxidação das limalhas e retalhos e da própria natureza de carvão empregado.

O consumo teórico de energia é de 3.675 Cal/kg, ou seja:

$$\frac{3.675}{0{,}864}\ \text{kWh/kg} = 4.250\ \text{kWh/kg}$$

Este consumo teórico foi determinado com base em:

temperatura de sangria de ferro-silício 45 %	1.650° C
calor específico de ferro-silício 45 %	0,25 Cal/kg
calor de fusão do ferro-silício 45 %	400 Cal/kg
temperatura de libertação do CO .	700° C

O consumo prático de energia indicado (8.500 kWh) corresponde portanto ao rendimento de:

$$\frac{4.250}{8.500} = 50\ \%$$

IV — Características do forno

a) *Características fundamentais*

O ferro-silício 45 % é, normalmente, produzido em forno eléctrico, monofásico ou trifásico, do tipo dos utilizados no fabrico de carboneto de cálcio e de ferro-ligas não afinadas.

A carga de matérias-primas pode ser feita manual ou mecânicamente; neste último caso, há necessidade de adaptação à natureza de mate-

riais ferrosos (retalhos, limalhas), que exigem meios de carregamento adequados. Com esse fim usam-se tremonhas com tubo de descarga de grande diâmetro ou ainda tremonhas em número reduzido, mas de forte capacidade e com caleira orientável de grande percurso ou finalmente carregamento por carro (tipo Dango--Dienenthal) na própria plataforma do forno.

A corrente eléctrica é introduzida sob tensões iguais às do fabrico de carboneto de cálcio ou ligeiramente superiores.

O forno deverá ser mais profundo do que para a produção de carboneto de cálcio, mas não há necessidade das alturas de cuva aconselháveis para o fabrico de ligas à base de manganês. O revestimento da soleira é feito em blocos de carbono, cimentados com pasta do mesmo material, ou apenas com pasta de carbono aplicada com cuidado. A refrigeração e ventilação do forno, incluindo a boca de sangria, devem merecer especial cuidado. O vasamento da ferro liga (sangria) efectua-se sobre lingoteiras, protegidas por grafite ou carbono amorfo; havendo necessidade pode vazar-se sobre areia siliciosa.

b) *Dimensionamento*

Em qualquer das hipóteses:

a) fabrico de ferro-silício em forno já construído para produzir outro produto electro--metalúrgico (carboneto de cálcio, ferro-ligas não afinadas);

b) montagem de forno, especialmente adequado para este fabrico,

há necessidade de estudar, com detalhe, o dimensionamento da unidade a utilizar. Na primeira hipótese (forno já existente) é, muitas vezes, preciso trabalhar com regime eléctrico totalmente diferente do habitual (por exemplo redução de potência e simultâneamente aumento de tensão, com abaixamento de intensidade de corrente).

A prática, baseada principalmente na laboração de unidades electrometalúrgicas dos Alpes italianos e franceses, permitiu estabelecer as seguintes relações empíricas, que correspondem às condições óptimas de trabalho:

$$\frac{P}{V_T} \approx 0{,}5 \quad kW/dm^3$$

$$\frac{P}{V_F} \approx 0{,}85 \quad kW/dm^3$$

em que:

P = potência activa do forno (kW);
V_T = volume da cuva do forno (dm^3), em regime normal;
V_F = volume da bacia de fusão, isto é, o volume que se obtém multiplicando a secção horizontal onde há fusão e descida de matérias primas, pela distância do eléctrodo à soleira, antes da sangria.

Como exemplo de aplicação, podemos apontar um caso concreto. Tivemos que utilizar em 1955, para a produção pela primeira vez no nosso País, um forno eléctrico monofásico, com as seguintes características:

Potência aparente			= 850 kVA
Eléctrodo:	diâmetro	d	= 0,95 m
Cuva:	diâmetro	D	= 1,8 m
	altura	H	= 0,9 m
	volume	V_T	= 2,29 m^3

Considerando, nas condições em que íamos trabalhar:

$$\cos \varphi = 0{,}95$$

viria:

$$P = 0{,}95 \times 850 = 810 \text{ kW}$$

$$V_T = \frac{P}{0{,}5} = \frac{810}{0{,}5} = 1.620 \text{ dm}^3$$

donde se concluia que o volume da cuva, para a potência disponível, bastaria ser:

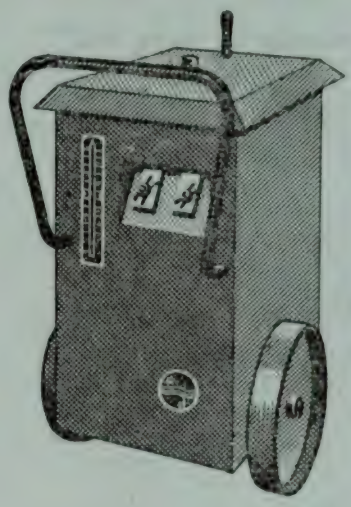
$$\frac{1.620}{2.290} \approx 70\ \%$$

do volume total. Ou ainda que o forno, podia trabalhar, no fabrico do ferro-silício 45 %, com:

$$\frac{0{,}5 \times 2.290}{0{,}95} = 1.200 \text{ kVA}$$

Um excesso de dimensões de cuva, dentro desta ordem de grandeza (cerca de 30 % a mais) não é inconveniente; tudo se passa como se trabalhássemos com paredes de forno mais espessas; apenas há que ter cuidado no arranque para permitir formar cuva de trabalho mais reduzida, à custa das próprias matérias primas, que ficam por reagir junto às paredes. A prática de trabalho veio confirmar o fundamento desta suposição.

Soldadura Eléctrica



PHILIPS

O POSTO DE SOLDADURA MAIS ADEQUADO A CADA TRABALHO

PHILIPS

Para informações detalhadas consultar a *PHILIPS PORTUGUESA, S. A. R. L.*

Rua Joaquim António de Aguiar, 66 — **LISBOA**

760, Rua Fernandes Tomás, 764 — **PORTO**

BOMBAS

Bombas de água fria e quente

Bombas de mina

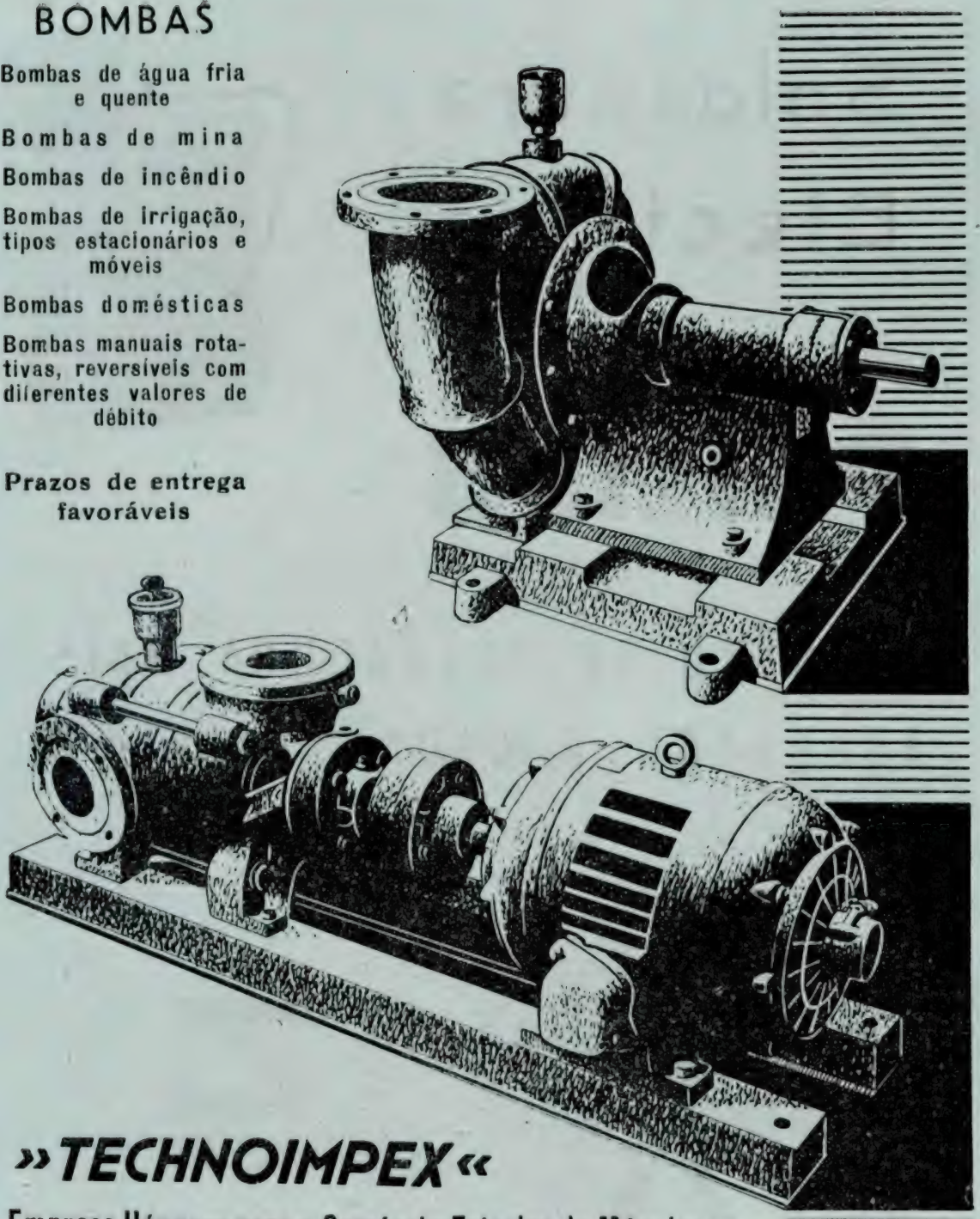
Bombas de incêndio

Bombas de irrigação, tipos estacionários e móveis

Bombas domésticas

Bombas manuais rotativas, reversíveis com diferentes valores de débito

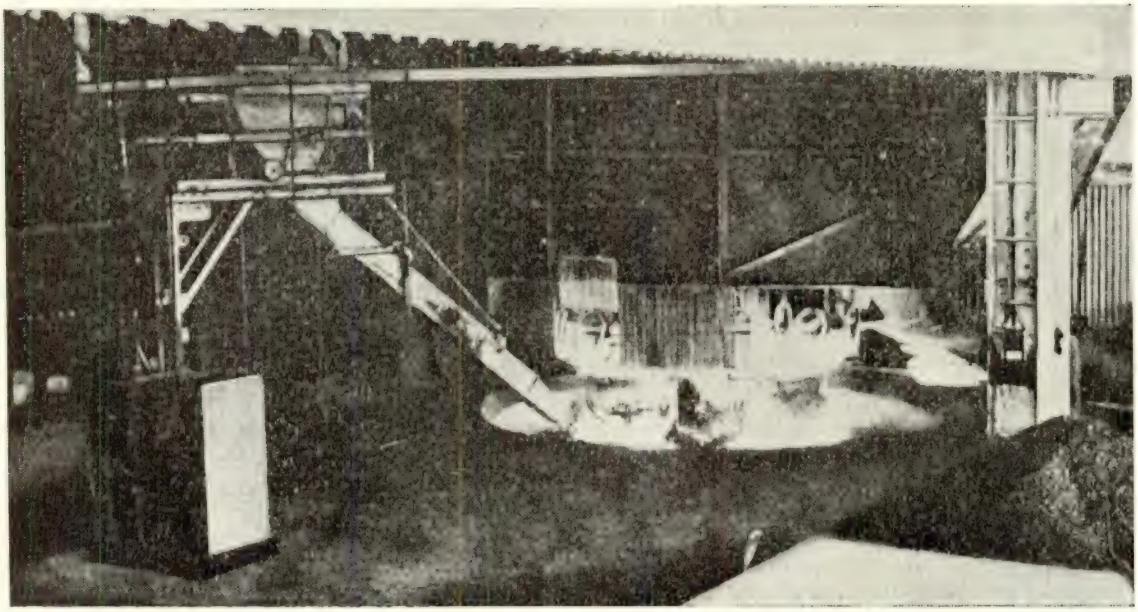
Prazos de entrega favoráveis



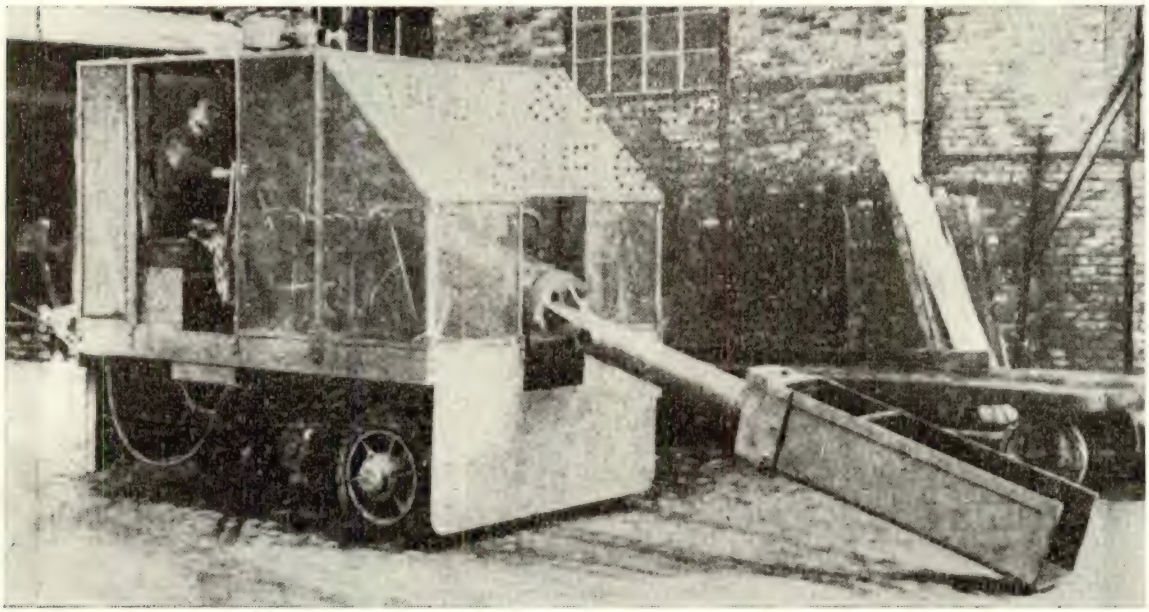
»TECHNOIMPEX«

Empresa Húngara para o Comércio Exterior de Máquinas

BUDAPESTE 62. B. P. 183. HUNGRIA



Tremonha com caleira deslocável



Carro tipo Dango-Dienenthal

Vejamos agora os valores da bacia de fusão. A fim de defender o refractário do forno eléctrico, convem dispor de zona mínima de protecção de materiais por reagir ou não fundidos, de 15 cm. para além das paredes. Logo:

$$D_F \text{ max.} = 1{,}8 - 2 \times 0{,}15 = 1{,}5 \text{ m}$$

Utilizando um eléctrodo de 0,95 m, temos de admitir um espaço mínimo de 20 cm em torno do eléctrodo a fim de permitir a fusão e descida

de matérias primas: D_F min. $= 0{,}95 + 2 \times$ $\times\ 0{,}20 = 1{,}35$ m

A altura da bacia de fusão estará compreendida entre os seguintes valores:

$$h_F = 0{,}40 \text{ m e } 0{,}80 \text{ m}$$

O valor inferior é uma distância média de trabalho, que a prática mostrou ser corrente no forno a utilizar e o limite superior é igual à altura da cuva (0,90 m), deduzida duma distância (10 cm) que também a prática demonstra ser indispensável a fim de o eléctrodo não trabalhar muito içado.

Teremos assim, como valores limites para o volume da cuva de fusão:

Volume mínimo

altura h_F min. $= 4$ dm

diâmetro D_F min. $= 13{,}5$ dm

$$V_F \text{ min.} = \pi \cdot \frac{13{,}5^2}{4} \cdot 4 \approx 570 \text{ dm}^3$$

Volume máximo

altura h_F max. $= 8$ dm

diâmetro D_F max. $= 15$ dm

$$V_F \text{ max.} = \pi \cdot \frac{15^2}{4} \cdot 8 \approx 1400 \text{ dm}^3$$

Para a potência activa disponível:

$$V_F = \frac{P}{0{,}85} = \frac{810}{0{,}85} \approx 950 \text{ dm}^3$$

O forno tinha pois, de acordo com as expressões empíricas utilizadas, dimensionamento, que permitia o seu emprego com a potência disponível.

c) *Características eléctricas*

A sílica, mesmo fundida, tem resistividade eléctrica relativamente elevada. Apesar da coexistência de materiais altamente condutores (ferro e carvão) o meio apresenta, para dado tipo de forno, e para a mesma altura de câmara de fusão, maior resistência eléctrica do que na fabricação de carboneto de cálcio e de ferro-ligas: daí a necessidade de trabalhar a tensões mais altas. Não se pode no entanto exagerar o valor destas, visto que convém diminuir as perdas de volatilização do silício, que aumentam com a subida de tensão. Na prática utiliza-se:

55 — 60 V para fornos monofásicos

95 — 105 V para fornos trifásicos

Evidentemente que, sendo esta a regra geral aconselhável, convém estudar cada caso por si, tendo em conta:

a) os escalões de tensão disponíveis, no secundário dos transformadores dos fornos;

b) as características eléctricas (pode, por exemplo, surgir a necessidade de não baixar a tensão, a fim de não piorar o cos φ);

c) o facto do meio ser pior condutor do que noutras fabricações, o que exige maiores tensões, para se alcançarem intensidades de corrente convenientes à marcha do forno e ao processo;

d) a circunstância duma subida exagerada de tensão ir acentuar as perdas em Si, e portanto elevar o consumo específico de energia eléctrica;

e) o próprio dimensionamento do forno, que pode limitar, por exemplo, a tensão, por ter pouca profundidade, ou pelo contrário, impor tensão mais alta, pelo facto da cuva ser bastante funda.

V — Matérias-primas

Para produzir ferro-silício 45 % são necessárias as seguintes matérias-primas:

a) redutores

b) sílica

c) ferro

São impurezas nocivas deste ferro-silício:

a) cálcio

b) alumínio

O fósforo que é prejudicial nos ferros-silícios de mais alto teor, não apresenta, dentro das percentagens em que pode surgir no ferro-silício 45 %, inconveniente desde que haja cuidado com as limalhas e desperdícios utilizados. Na prática, só os redutores introduzem o Ca e o Al; as matérias-primas ferrosas são normalmente responsáveis pelos teores elevados de P.

a) *Redutores*

Na Europa emprega-se:

a) coque
b) antracite
c) carvão vegetal

O melhor redutor, sob o ponto de vista químico, é o carvão vegetal; o coque apresenta menor reactividade química e a antracite muitíssimo inferior. No entanto utiliza-se quase exclusivamente o coque, pela dificuldade de obtenção do carvão vegetal ou ainda porque este último, devido ao seu baixo peso específico e menor condutibilidade eléctrica do que o coque, é de menos cómodo emprego.

Em Portugal, empregámos coque da fábrica de gás da Matinha, com as características médias seguintes:

cinzas	9 — 13 %
matérias voláteis . . .	1 — 2 %
humidade	2 — 5 %
carbono fixo	75 — 88 %

b) *Sílica*

Pode trabalhar-se com:

a) quartzite
b) quartzo

Esta última matéria-prima é a mais conveniente, devido à sua pureza. Utilizámos quartzo com alto teor em sílica (da ordem de 99 % Si O2).

c) *Ferro*

É indispensável que os materiais ferrosos não apresentem alto teor em fósforo (como limite prático pode fixar-se 0,15 % P).

Utilizam-se retalhos desestanhados, limalhas de torno, sucata miúda.

VI — Condução do fabrico

a) *Marcha do forno*

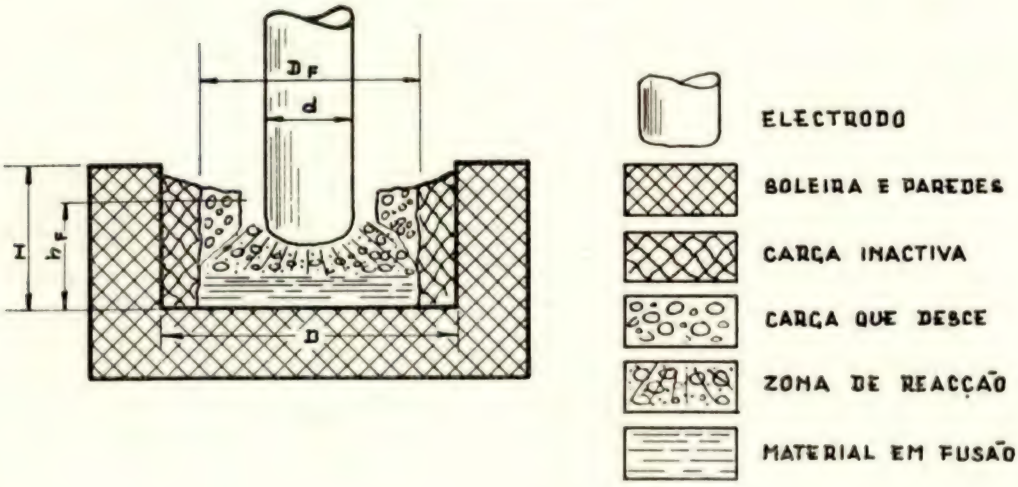
O fabrico exige marcha quente, mas que não pode ser excessiva, pois de contrário, além dum aumento apreciável de perdas de Si volatilizado, começa a verificar-se a transformação secundária, como ficou dito atrás:

$$Si\ O_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

Mesmo em regime normal, o calor irradiado do forno é de tal ordem, que, só com muita dificuldade e sacrifício, o pessoal operário se mantém junto às bocas de carregamento.

Forno ferro-silício

Dimensionamento



b) *Cálculo das cargas*

Este cálculo é sempre muito aproximado, visto que é condicionado por:

a) quantidade de redutor queimado no ar
b) quantidade de silício volatilizado.

A quantidade de redutor queimado no ar depende fundamentalmente da marcha do forno

(regime mais ou menos quente) e do próprio trabalho (eléctrodo mais ou menos mergulhado, forno com carga aberta ou fechada).

A sílica é introduzida, na quase totalidade pelo quartzo, e em pequena parte pelas cinzas do redutor (um coque com 13 % de cinzas e 52 % de Si O2 nestas, tem de facto um teor em Si O2 de 6,8 %).

A volatilização do silício depende do tipo de forno, do trabalho deste e do produto fabricado. Assim um mesmo forno, em regime de marcha comparável, pode ter perda de volatilização de 10 % a 15 % para ligas de baixo silício, e de 20 a 30 %, para ferro-silício a 45 %.

Estabelecida a relação carvão/quartzo, ensaia-se, se necessário, a relação quartzo ferro, até se produzir a liga com as condições de estabilidade e de composição química desejadas.

Indica-se a seguir o balanço de materiais dum forno produzindo ferro-silício 45 %:

Consumos por tonelada de produto

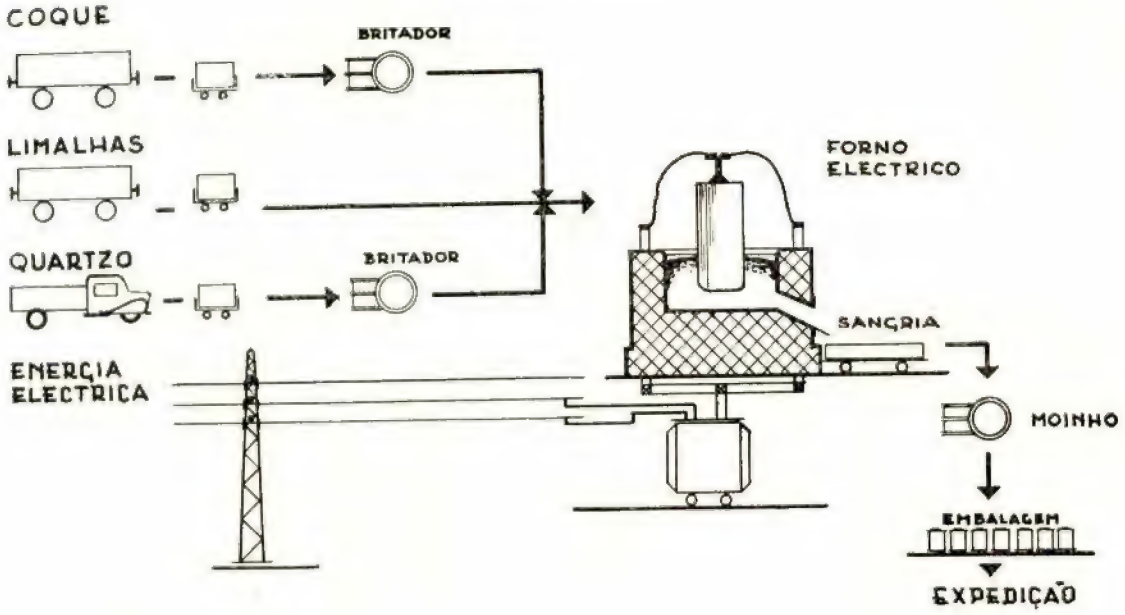
1.200 kg quartzo com 99 % Si O2

550 kg limalhas e retalhos de aço com 98 % Fe e 1,5 % O3 Fe2

700 kg coque com 82 % carbono fixo e 6,8 % Si O2.

Ferro-silício

Diagrama de fabrico



Na prática estabelece-se composição de cargas de matérias primas, partindo de valores de rendimento de C e Si, que parecem aceitáveis, de acordo com resultados já conhecidos, no forno em trabalho ou noutros que dele mais se aproximam. Inicia-se o fabrico com quantidade de carvão inferior à indicada por aquele cálculo, e progressivamente aumenta-se a relação carvão/ /quartzo, até à redução integral do Si O2 (marcha sem escória). Desde que se atingiu o valor óptimo de C, convém não prosseguir na variação do carvão. Um excesso deste provoca má sangria do metal e a marcha do forno torna-se excessivamente quente.

Composição do produto por tonelada

silício	468 kg
ferro	530 kg
carbono	1 kg

Balanço do silício

introduzido quartzo	552 kg
introduzido coque	47 kg
total de silício introduzido no forno	599 kg
rendimento de utilização	78,5 %
distribuição do silício:	
sangrado	78,5 %
volatilizado	21,5 %

HELIAÇO

NOME E PROCESSO PATENTEADOS

33 a 66 % de economia de peso de ferro

Quilo útil de Heliaço mais barato que o do ferro corrente

42 a 72 % de aumento de eficiência em relação ao aço corrente

Varão redondo de aço de alta resistência para betão armado

TRANSFORMADO EM PORTUGAL

Maior aderência que o aço comum. Menores volumes de betão em obra. Maior rapidez de execução. Menor custo do m³ do betão armado

CARGAS DE SEGURANÇA AUTORIZADAS EM PORTUGAL

2.000 — 2.200 — 2.400 K/cm²

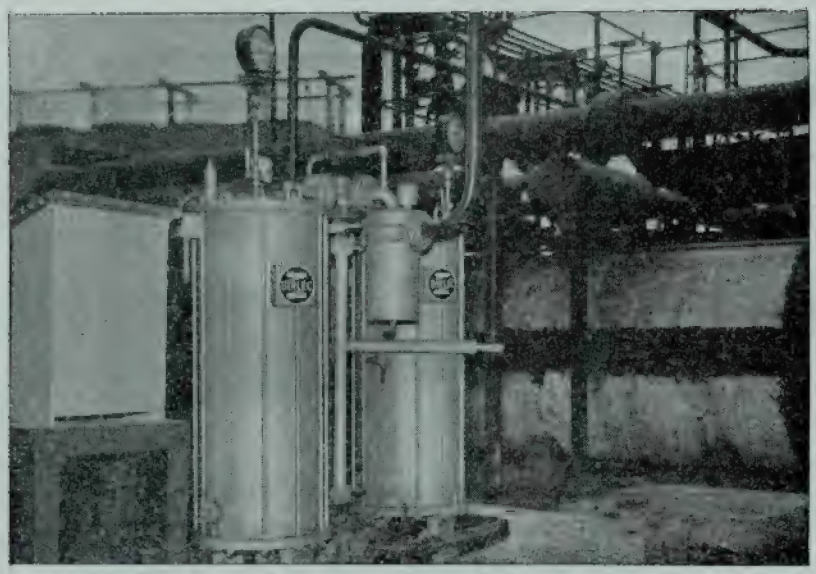
ALGUMAS OBRAS ONDE SE EMPREGOU O "HELIAÇO"

Monumento a Cristo Rei
Metropolitano de Lisboa
Novo Stadium do Sporting Club de Portugal
Novo Stadium do C. F. «Os Belenenses»
Edifício para a Companhia dos Telefones
2.ª Bateria de Silos para a Companhia Industrial Portugal e Colónias
Arranha-Céus na Avenida de Roma e Estados Unidos da América
Nova Faculdade de Direito de Lisboa
Nova Faculdade de Letras de Lisboa
Paióis para o Ministério da Defesa
Pavilhão da Feira das Indústrias
Hotel Infante Santo, etc., etc., etc.

Fornecemos a pedido e gratuitamente Literatura e Tabelas de Cálculo

PEDIDOS A HELIAÇO, LDA.

RUA DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. / LISBOA / TELEFS. 36 78 17 - 21378



A HUMIDADE é a causa de sérios problemas de ordem técnica e de incalculáveis prejuizos.

Estes inconvenientes podem ser totalmente eliminados com a utilisação dos

EXSICADORES

"BIRLEC"

FABRICADOS POR:

BIRLEC BIRLEC **LIMITED**

BIRMINGHAM — Inglaterra

Representantes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 21321/4 (4 linhas)

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 31414/5

Balanço do ferro

introduzido limalhas	546 kg
rendimento de utilização	97,5 %
distribuição do ferro:	
sangrado	97,5 %
perdas	2,5 %

Balanço do carbono

introduzido coque	570 kg
utilizado na redução Si sangrado	402 kg
rendimento de utilização	70,8 %
distribuição do carbono:	
utilizado na redução Si sangrado	70,8 %
gasto na redução Si volatilizado	17,8 %
gasto na redução O3 Fe2 . . .	0,2 %
queimado	11,2 %

Para simplificação do cálculo, porque não tinha grande significado a sua consideração, não se entrou em conta, no balanço anterior com:

a) Fe da chapa do eléctrodo do forno
b) C do eléctrodo do forno
c) Fe das cinzas do coque.

c) *Eléctrodos*

Segundo Flusin, a distância óptima do electrodo à soleira deve ser da ordem de:

$$x = 2 \text{ a } 2{,}4 \times V \text{ cm}$$

em que:

$$V = \text{tensão de trabalho}$$

Para 55 V a 60 V (fornos monofásicos):

$$x = 1{,}1 \text{ m a } 1{,}4 \text{ m}$$

Para 95 V a 105 V (fornos trifásicos):

$$x = 1{,}9 \text{ m a } 2{,}5 \text{ m}$$

No forno eléctrico, que utilizamos, vimo-nos obrigados (visto que a profundidade da cuva era de 0,9 m apenas) a trabalhar com o eléctrodo muito mais próximo da soleira.

O eléctrodo nunca deve afastar-se tanto da soleira que se forme arco nítido, e o forno deixe de trabalhar em resistência. Nestas condições, a perda em Si é enorme, a temperatura altíssima e o fabrico incontrolável. Quando os eléctrodos têm tendência a subir deve juntar-se sílica; quando descem demasiado deve adiccionar-se carvão.

Se há excesso de sílica, começam a depositar-se escórias em torno do próprio eléctrodo, que chegam a isolá-lo da carga, obrigando, por vezes a parar o forno e a limpar o eléctrodo. As escórias, cuja formação convém evitar, são muito pouco fusíveis, e com composições típicas do género de:

$Si\ O_2$	66 %	75 %
$Al_2\ O_3$	18 %	7 %
O Ca	15 %	16 %
$O_3\ Fe_2$	1 %	2 %

d) *Vasamento — (Sangria)*

O vasamento (sangria) do forno não apresenta problemas especiais. Convém no entanto atender a que é indispensável evitar qualquer contacto de ferro, com metal em fusão. Mesmo os chamados ferros refractários são ràpidamente destruídos pelo ferro-silício em fusão. A ferro-liga, ainda líquida, deve ser conduzida por caleiras em carbono amorfo ou grafite até lingoteiras no mesmo material.

O intervalo entre sangrias depende da grandeza do forno, e da marcha deste, mas situa-se em geral, entre 1 a 1 hora e 30 minutos. Não convém espaçar demasiado as sangrias, o que provoca maior consumo de matérias-primas, maior utilização de energia eléctrica, e nalguns casos até, abaixamento do teor de Si.

BIBLIOGRAFIA

A. Coutagne — La fabrication des ferro-alliages — ed. Baillière — 1924.

G. Flusin — Cours d'Electrometallurgie (apontamento de aula) — Grenoble — 1935.

J. Bistesi — Les fours d'Electrometallurgie — ed. Desforges — 1952.

R. Durrer e *G. Volkert* — Die Metallurgie der Ferrolegierungen — ed. Springer — 1953.

M. Mainardis — Forni Elettrici — ed. Hoepli — 1954.

G. Zuliani — Elettrosiderurgia — ed. Hoepli — 1955.

G. Zuliani — Carbure de Calcium Ferro-Alliages et Chlore — ed. Publications Minières et Metallurgiques — 1953.

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1954-1955

PRÉMIOS

«Doutor Mira Fernandes»

destinado ao aluno mais classificado nas cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das Variações e Mecânica Racional.

Aluno n.º 3689, *Carlos Manuel de Jesus Cruz de Medeiros Portela.*

«Francisco da Fonseca Benevides»

destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Física Geral e Experimental.

Aluno n.º 3689, *Carlos Manuel de Jesus Cruz de Medeiros Portela.*

«Tomaz Bordalo Pinheiro»

destinado aos três primeiros alunos mais classificados na cadeira de Desenho Técnico.

1.º classificado — aluno n.º 3911, *Fernando Marques Seabra.*
2.º classificado — aluno n.º 3894, *Carlos Eugénio de Barros Vidal.*
3.º classificado — aluno n.º 3946, *Jorge Neves da Silva.*

«Saraiva de Carvalho»

destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Pesquizas e Exploração de Minas.

Aluno n.º 2868, *Afonso Manuel Braga da Cruz.*

destinado ao aluno mais classificado no último ano do curso de engenharia electrotécnica.

Aluno n.º 2707, *Jorge Emiliano.*

«Dr. Mário Bastos Wagner»

destinado ao aluno mais classificado na especialidade de engenharia químico-industrial.

Aluno n.º 3022, *Manuel Marques Frias de Almeida e Sá.*

«Bandeira de Melo»

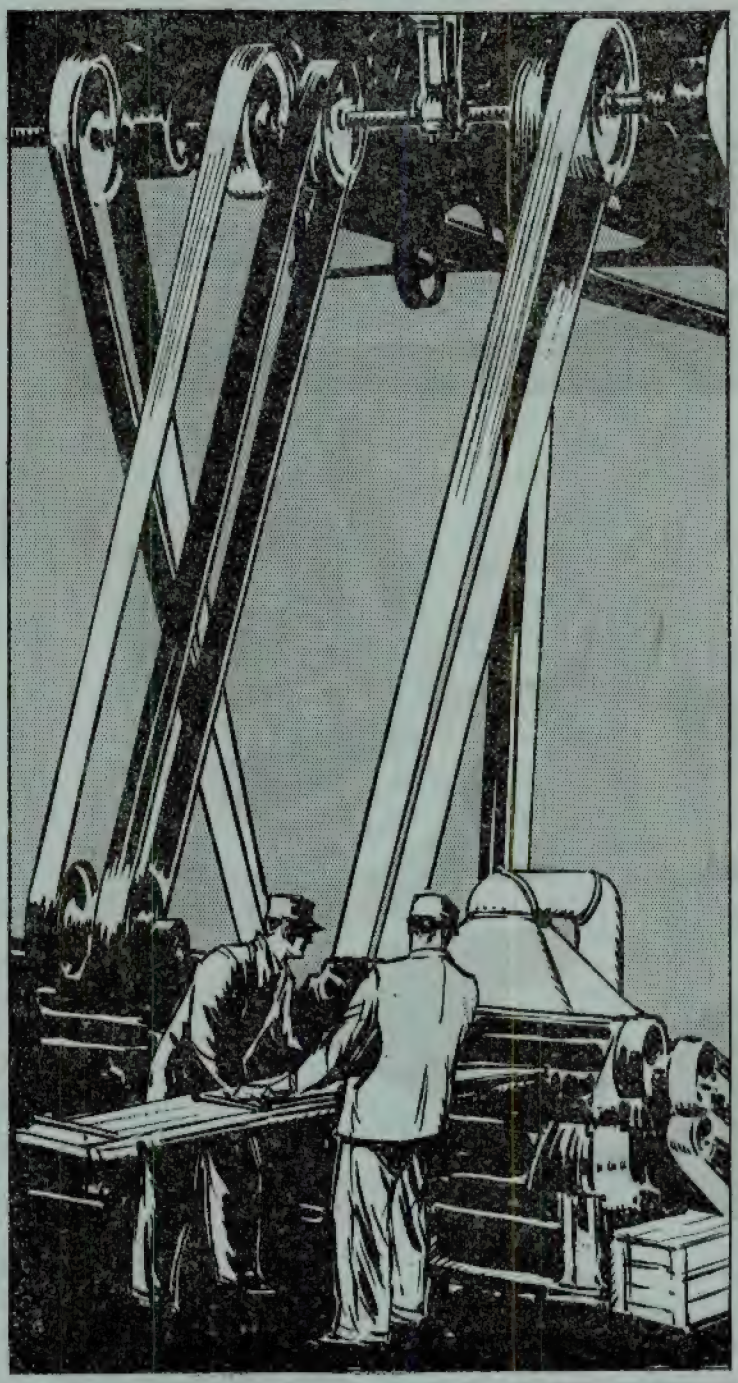
destinado ao aluno mais classificado em qualquer dos cursos de engenharia.

Minas — aluno n.º 2869, *Afonso Manuel Braga da Cruz.*
Electrotecnia — aluno n.º 3067, *Adriano Fidalgo dos Reis.*
Mecânica — aluno 2932, *Fernando Alberto Carneiro Marques de Oliveira.*
Químico-industrial — aluno n.º 3022, *Manuel Marques Frias de Almeida e Sá.*

«Dr. Brito Camacho»

destinado ao aluno que concluiu com maior classificação qualquer dos cursos professados no Instituto.

Aluno n.º 3022, *Manuel Marques Frias de Almeida e Sá.*



Nas grandes Fábricas

onde há transmissões importantes e se deitam contas a todos os factores que influem no custo da produção

é de rigor o equipamento integral com correias

GOODYEAR

após os resultados das primeiras experiências

Tente uma experiência e procederá igualmente

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS:

Canelas & Figueiredo, L.da

Rua dos Fanqueiros, 46

LISBOA

Telefones { 2 5058 / 2 4502

Telegramas: CANELASCO

GOODYEAR

BP
SPECIAL
ENERGOL
VISCO-STATIC
O ÓLEO 5 VEZES REFINADO
Sempre
na
vanguarda
SAE 10
SAE 20
SAE 30
SAE 40
BP
SPECIAL
ENERGOL
VISCO-STATIC
MOTOR OIL
LACQUES
Um unico óleo: o óleo das 4 estações
TÃO FLUIDO COMO S. A. E. 10 W - TÃO VISCOSO COMO S. A. E. 40

C. D. U. 517.923.4

A PROPÓSITO DA EQUAÇÃO DE RICCATI

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) ERNÂNI ROCHA

Introdução

Duas palavras sobre a oportunidade e o objectivo do presente estudo:

A «Técnica» n.º 258, de Janeiro último, publicou um artigo «Sobre a equação de Riccati» do Estudante de Engenharia Sr. Carlos E. Barros Vidal.

Este artigo, tratando de assunto acessível a qualquer aluno de Cálculo e anunciando um resultado que — se tivesse sido realmente atingido — não poderia deixar de mencionar-se em nenhum Curso de Análise Infinitésimal, parecia merecer uma confirmação, um esclarecimento, uma rectificação, um comentário enfim. A sua rápida leitura mostrou-nos que tal comentário não seria apenas natural, era também indispensável,

Mas, contràriamente ao que tínhamos por certo, nenhuma referência ao assunto encontrámos posteriormente.

Resolvemos então proceder ao estudo cuidadoso do artigo. E para evitarmos igual trabalho àqueles que considerem inadmissível a ausência de uma opinião sobre o assunto tratado, decidimos completar as notas que escreveramos e solicitar a sua publicação.

O objectivo do presente trabalho é portanto ser útil aos seus leitores. São estes, porém, de diversas categorias a que correspondem naturalmente diferentes preocupações e interesses. Por esta razão, desejando conseguir utilidade máxima para o maior número possível de leitores, o dividimos em três partes:

1. Resultados. Ao Engenheiro que, no exercício da sua actividade profissional deseja alcançar a maior eficiência com a mínima dispersão do seu esforço; a quem portanto interessa uma notícia concisa, sem deixar de ser clara e precisa, dos resultados obtidos pelos investigadores teóricos — uma nova ferramenta para o seu labor — dedicámos a parte 1. do presente estudo. O leitor apressado que apenas deseja saber em que posição ficou o problema tratado poderá limitar-se a passar a vista sobre o «Resumo» com que terminamos esta parte 1.

2. Métodos. Àqueles cujas actividades são ensinar ou aprender, aos autodidactas ou aos simplesmente curiosos por tais actividades se dirige principalmente a parte 2. Nela encontrarão uma exposição descritivo-crítica dos métodos seguidos no artigo em referência e certo número de considerações que, para melhor os servir, distinguimos do texto e procurámos apresentar, independentemente dele, com a possível generalidade.

3. Sugestões. Não nos soubemos furtar à tentação de terminar com algumas sugestões. É que por elas se evidencia o carácter construtivo do nosso esforço e se torna bem clara a mais forte razão que nos decidiu a despendê-lo: contribuir, embora modestamente, para o melhoramento do ensino da Matemática e, desta maneira, para a elevação do nível científico dos nossos técnicos.

Bem sabemos, porém, que sugerir novos processos é sempre, de certo modo, notar a insuficiência dos que são habitualmente seguidos. Que nos possa ser relevado o atrevimento em atenção ao propósito que nos animou.

Resta-nos acrescentar que só a divisão, acima descrita, do nosso trabalho — que permite reduzir a sua leitura à parte que interessar — nos encorajou a descer a certos pormenores que consideraríamos excessivos em circunstâncias diferentes.

Não deixa contudo de constituir um todo: julgamos ter-'he dado para isso a necessária homogeneidade e evitado, quanto possível, repetições fastidiosas.

1. Resultados

Utilizando o método que nos pareceu mais apropriado, estabeleceremos seguidamente uma

propriedade clássica da equação de Reccati e um outro resultado a que o autor do artigo dá especial realce.

Seja dada uma equação de Riccati, isto é, uma equação diferencial ordinária de primeira ordem e primeiro grau da forma:

$$y' + P\,y = Q + R\,y^2 \qquad (1)$$

sendo P, Q e R funções conhecidas, só dependentes de x.

Efectuemos a mudança da variável:

$$y = \varphi - \frac{1}{u} \qquad (2)$$

em que φ e u são funções só de x a determinar oportunamente. Substituindo, em (1), y e y' pelas suas expressões tiradas de (2), vem:

$$\varphi' + \frac{u'}{u^2} + P\left(\varphi - \frac{1}{u}\right) = Q + R\left(\varphi^2 - 2\varphi\frac{1}{u} + \frac{1}{u^2}\right)$$

ou

$$(\varphi' + P\,\varphi - Q - R\,\varphi^2) + \frac{2\,\varphi\,R - P}{u} + \frac{u' - R}{u^2} = 0$$

equação que, desembaraçando de denominadores e fazendo para simplificar

$$\theta = \varphi' + P\,\varphi - Q - R\,\varphi^2 \qquad (3)$$

se escreve:

$$\theta\,u^2 + (2\,\varphi\,R - P)\,u + u' - R = 0$$

ou

$$u' + (2\,\varphi\,R - P)\,u = R - \theta\,u^2 \qquad (4)$$

que é uma nova equação de Riccati.

Relativamente a esta equação deverá notar-se que se fixarmos a expressão da função φ, ficará determinada, por (3), a expressão de θ e completamente definida a relação funcional estabelecida por (2) entre u e y. A equação (2) fará então corresponder a cada função u que satisfaça (4) uma função y que satisfará (1) e, recìprocamente, a cada função y que satisfaça (1) uma função u que satisfará (4).

Esta circunstância permite-nos, em especial, fazer as duas observações seguintes:

1.ª obs. — Se fixarmos φ de modo que se anule o coeficiente de u^2 na equação (4) esta reduz-se a uma equação linear cujo integral geral, bem como o de (1), se pode escrever imediatamente.

Com efeito, para tornar $\theta = 0$, a função φ deverá, em face de (3), satisfazer a equação:

$$\varphi' + P\,\varphi = Q + R\,\varphi^2$$

isto é, ser um integral particular — a que chamaremos y_1 — da equação (1).

Então a equação de transformação (2) escrever-se-á:

$$y = y_1 - \frac{1}{u} \qquad (5)$$

e a equação (4) tomará a forma:

$$u' = -\,(2\,y_1\,R - P)\,u + R.$$

O integral geral desta equação linear é, como se sabe:

$$u = e^{-\int (2\,y_1 R - P)\,dx}\left[\int R\,e^{\int (2\,y_1 R - P)\,dx}\,dx + C\right]$$

e o integral geral da equação dada (1) será portanto, atendendo a (5):

$$y = y_1 - \frac{e^{\int (2\,y_1 R - P)\,dx}}{\int R\,e^{\int (2\,y_1 R - P)\,dx}\,dx + C} \qquad (6)$$

Confirmámos assim um resultado clássico, a saber: que sendo conhecido um integral particular y_1 da equação de Riccati (1) pode escrever-se imediatamente a expressão (6) do integral geral da mesma equação.

2.ª obs. — Se fixarmos φ de modo que se anule o coeficiente de u na equação (4), desde que determinemos um integral particular da equação (4) assim reduzida, poderemos calcular, por meio de (6), o integral geral da mesma equação e escrever imediatamente, utilizando (2), o integral geral da equação de Riccati (1).

Quer dizer, se fixarmos φ pela condição de tornar nulo o coeficiente de u na equação (4), isto é, se tomarmos:

$$\varphi = \frac{P}{2\,R} \qquad (7)$$

a equação (4) toma a forma:

$$u' = R - \theta\,u^2 \qquad (8)$$

e a fórmula (2) escrever-se-á:

$$y = \frac{P}{2\,R} - \frac{1}{u} \qquad (9)$$

Então, representando por u_1 um integral particular de (8) e aplicando a esta equação de Riccati a fórmula (6) anteriormente estabelecida, obteremos para o integral geral de (8) a expressão:

$$u = u_1 - \frac{e^{-\int 2\theta u_1 dx}}{-\int \theta e^{-\int 2\theta u_1 dx} dx + C}$$

e portanto, atendendo a (9), o integral geral da equação de Riccati (1) dada, será:

$$y = \frac{P}{2R} - \frac{1}{u_1 + \frac{e^{-\int 2\theta u_1 dx}}{\int \theta e^{-\int 2\theta u_1 dx} dx - C}} . \quad (10)$$

A esta 2.ª observação se reduz a parte construtiva do artigo que estamos a apreciar. Procurando sintetizar os resultados a que no mesmo se chega, poderemos apresentar o seguinte:

Resumo. O autor do artigo verificou que se for conhecido um integral particular u_1 da equação (8), na qual θ é definido por (3) e ϑ por (7), se pode escrever imediatamente a expressão (10) do integral geral da equação de Riccati (1) dada. Nenhum método, porém, pôde indicar para a obtenção de um integral particular da equação (8) — que é também de Riccati. E assim, a determinação do integral geral de uma equação de Riccati continua, como até aqui, dependente do conhecimento prévio de um integral particular de uma equação de Riccati.

2. Métodos

Como foi obtido o resultado anterior? Porque razão se não mencionam os outros resultados anunciados pelo autor do estudo que estamos a analisar?

É o que procuraremos mostrar agora.

Referir-nos-emos sucessivamente às seis partes I a VI que compõem o artigo, e designaremos abreviadamente por A. o seu autor.

Em I, o A., considerando a equação de Riccati sob a forma (1) e efectuando a mudança de variável dependente:

$$y = y_1 + \frac{1}{u\, y_1} \quad (11)$$

em que y_1 é um integral particular de (1) estabelece a expressão (6) do integral geral de (1).

Em II, constroi, com os coeficientes da equação dada (1), a função ϑ definida por (7) e considera uma nova equação de Riccati auxiliar:

$$y'_0 + P_1\, y_0 = Q_1 + R_1\, y_0^2 \quad (12)$$

cujos coeficientes se propõe determinar de modo que sejam satisfeitas as três condições seguintes:

1.ª Ser identicamente:

$$\frac{P_1}{2R_1} = \vartheta \ . \quad (13)$$

2.ª Ser ϑ um integral particular de (12), isto é

$$\vartheta' + P_1\, \vartheta = Q_1 + R_1\, \vartheta^2$$

ou, atendendo ao valor de P_1 dado por (13):

$$\vartheta' = Q_1 - \vartheta^2\, R_1 \ . \quad (14)$$

3.ª Ser particularizada a constante que figura na expressão do integral geral de (12) de tal modo que a função resultante satisfaça a equação (1).

Como exprimiu o A. esta 3.ª condição?

Observou que sendo a função ϑ, dada por (13), um integral particular de (12) — como o exige a condição 2.ª — a aplicação da fórmula (6) fará conhecer o integral geral da mesma equação (12). Substituindo então naquela fórmula P, Q, R e y_1 respectivamente por P_1, Q_1, R_1 e pelo primeiro membro de (13), efectuando as operações e atendendo depois a que o primeiro membro de (13) é igual ao segundo membro de (7), obteve o integral geral de (12) sob a forma simples:

$$y_0 = \frac{P}{2R} - \frac{1}{\int R_1\, dx + C} \ . \quad (15)$$

Chegado a esta equação propõe-se o A. «invocando o método da variação das constantes de Lagrange» determinar C, considerando-a como função de x, de tal modo que a função y_0 dada por (15) satisfaça (1).

Não nos parece correcta esta maneira de pôr o problema. Na verdade, as condições 1.ª e 2.ª permitem exprimir P_1 e Q_1 em R_1 mas deixam esta função R_1 completamente arbitrária sendo portanto arbitrária também a função representada pelo integral indefinido que figura em (15).

E assim, o que se fez realmente, foi determinar as duas variáveis u e v definidas pelas igualdades

$$\begin{cases} \int R_1 \, dx = u \\ C = v \end{cases} \qquad (16)$$

de tal maneira que a função (15) — que assume a forma:

$$y = \varphi - \frac{1}{u + v} \qquad (17)$$

sendo φ conhecida e dada por (7) — satisfizesse a equação (1).

Substituindo então, em (1), y e y' pelas suas expressões tiradas de (17) obteve o A. — apenas com outra notação — a equação:

$$(v' + 2\,\theta\,uv + \theta\,v^2) + (u' - R + \theta\,u^2) = 0$$

com θ definido por (3).

Ora para que a equação anterior seja satisfeita bastará que se anulem simultâneamente os dois parêntesis que figuram no seu primeiro membro, isto é, que seja:

$$\begin{cases} u' = R - \theta\,u^2 & (18) \\ v' = -2\,\theta\,uv - \theta\,v^2 . & (19) \end{cases}$$

Nestes termos, desde que se conheça um integral particular u_1 da equação (18) e se determine o integral geral da equação (19) — que é de Bernoulli e portanto se sabe integrar — substituindo, em (17), u e v por estas funções e φ pela sua expressão (7) obtem-se o integral geral de (1) sob a forma (10).

Foi pelo processo que acabámos de esboçar que o A. estabeleceu a fórmula (24) do seu estudo — semelhante à fórmula (10) por nós deduzida — cuja aplicação permite escrever o integral geral da equação de Riccati dada (1).

Nesta ocasião nota o A. — e com toda a razão — que a consideração da equação auxiliar de Riccati (12) é perfeitamente dispensável. E para que o seu trabalho, embora limitado às proporções que indicámos no «Resumo» de 1., ficasse completo bastaria que tivesse observado seguidamente:

1.º Que a fórmula (10) se poderia estabelecer — sem qualquer referência à equação (12) — considerando (17) como uma simples mudança de variável.

2.º Que a aplicação da fórmula estabelecida não exige a determinação do integral geral de (18) mas apenas o conhecimento de um integral particular da mesma equação, isto é, que a sua fórmula (24) se pode reduzir à fórmula (10) atrás indicada.

3.º Que a equação (18) é de Riccati e que a determinação de um integral particular u_1 desta equação — integral cujo conhecimento é indispensável para se obter, utilizando (10), o integral geral da equação dada — oferecerá geralmente tantas dificuldades como a determinação de um integral particular y_1 da própria equação de Riccati dada.

Em verdade, se o estudo que estamos a analisar tivesse terminado aqui, apenas as duas considerações seguintes nos pareceriam oportunas:

— (a) Na exposição matemática é de fundamental importância a adopção de notações apropriadas. —

Assim, pertencendo a equação de Riccati à classe das «equações resolvidas em ordem a y'», pareceria conveniente escrevê-la sob a forma:

$$y' = p\,y^2 + q\,y + r$$

representando por p, q e r funções conhecidas de x. Mais vantajoso seria ainda escrever:

$$y' = f\,(y)$$

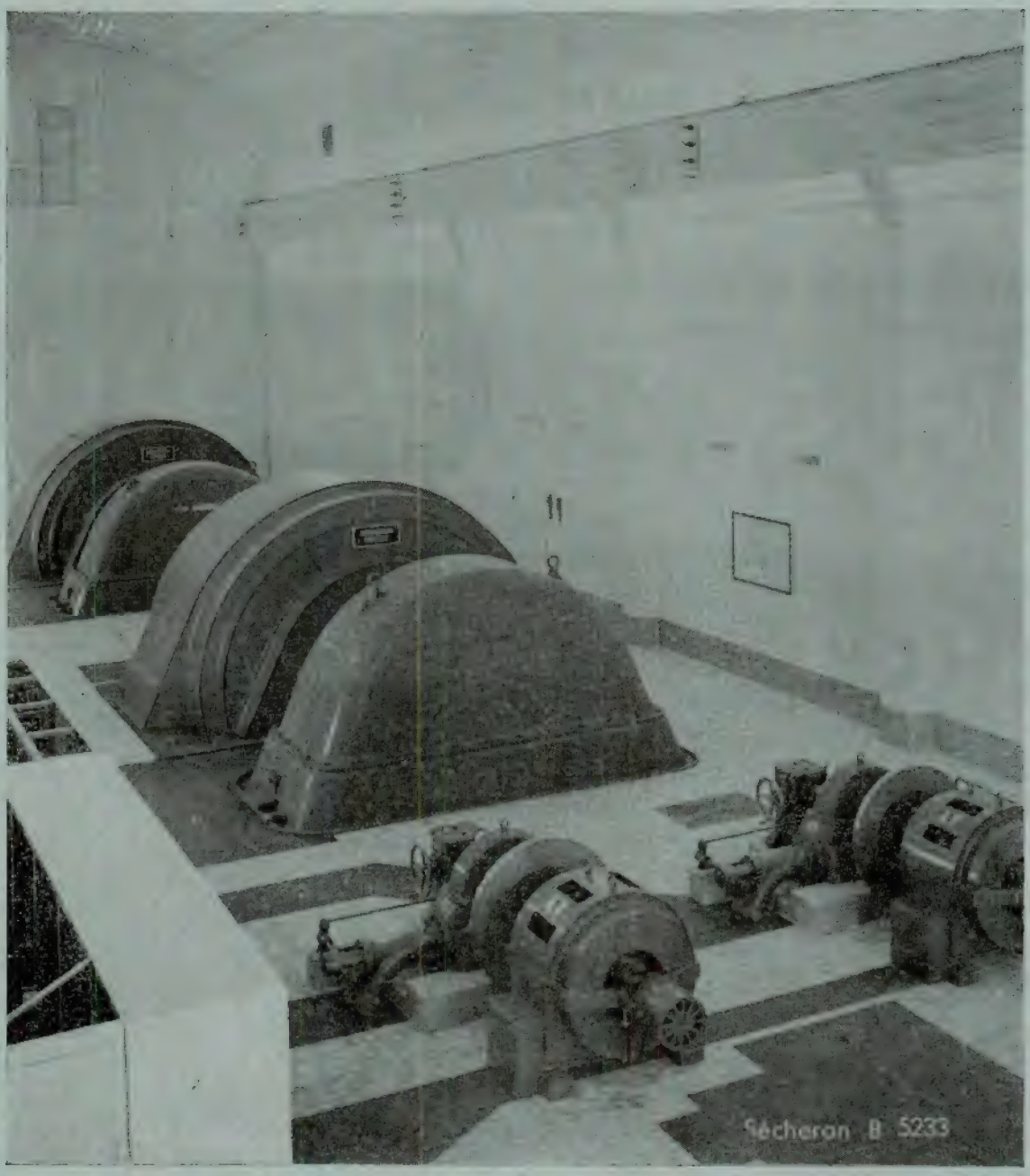
convencionando representar por f (y) a função de y definida pelo segundo membro da penúltima igualdade. Esta notação permitiria, em especial, dar às equações (7) e (3) — que determinam φ e θ respectivamente — as formas mnemónicas seguintes.

$$\begin{cases} f'\,(\varphi) = 0 \\ \theta = \varphi' - f\,(\varphi) \end{cases}$$

— (b) Os processos simples e directos devem sempre preferir-se aos complicados ou menos simples. É indispensável um esforço consciente e permanente para se atingir a simplicidade desejável. —

A perfeita compreensão da importância deste princípio teria levado o A. às conclusões que se expuseram nas três observações feitas há pouco e também, certamente, a preferir à transfor-

SECHERON
GENEBRA



Central subterrânea do GONDO — Suíça. Equipada com 2 alternadores SECHERON de 20.000 kVA cada um, a 375 r. p. m., 10.500 V, 50 Hz, accionados por turbina Pelton, e dois transformadores elevadores, trifásicos, de 20.000 kVA cada, 10,5/178 kV

Representantes gerais em Portugal:

SOCOTEL, L.DA

Rua de Sá da Bandeira, 651 - 4.º Esq.

Tel. 27013 *(3 linhas)* **PORTO**

RÉGUAS DE CÁLCULO

FABRICO ALEMÃO

Numa grande variedade de sistemas em modelos de bolso, escritório e de parede.

As réguas de cálculo **ARISTO** são precisas, resistentes, práticas e duma concepção completamente diferente de todas as outras. Escreva a pedir preços e catálogos aos

Representantes exclusivos para Portugal:

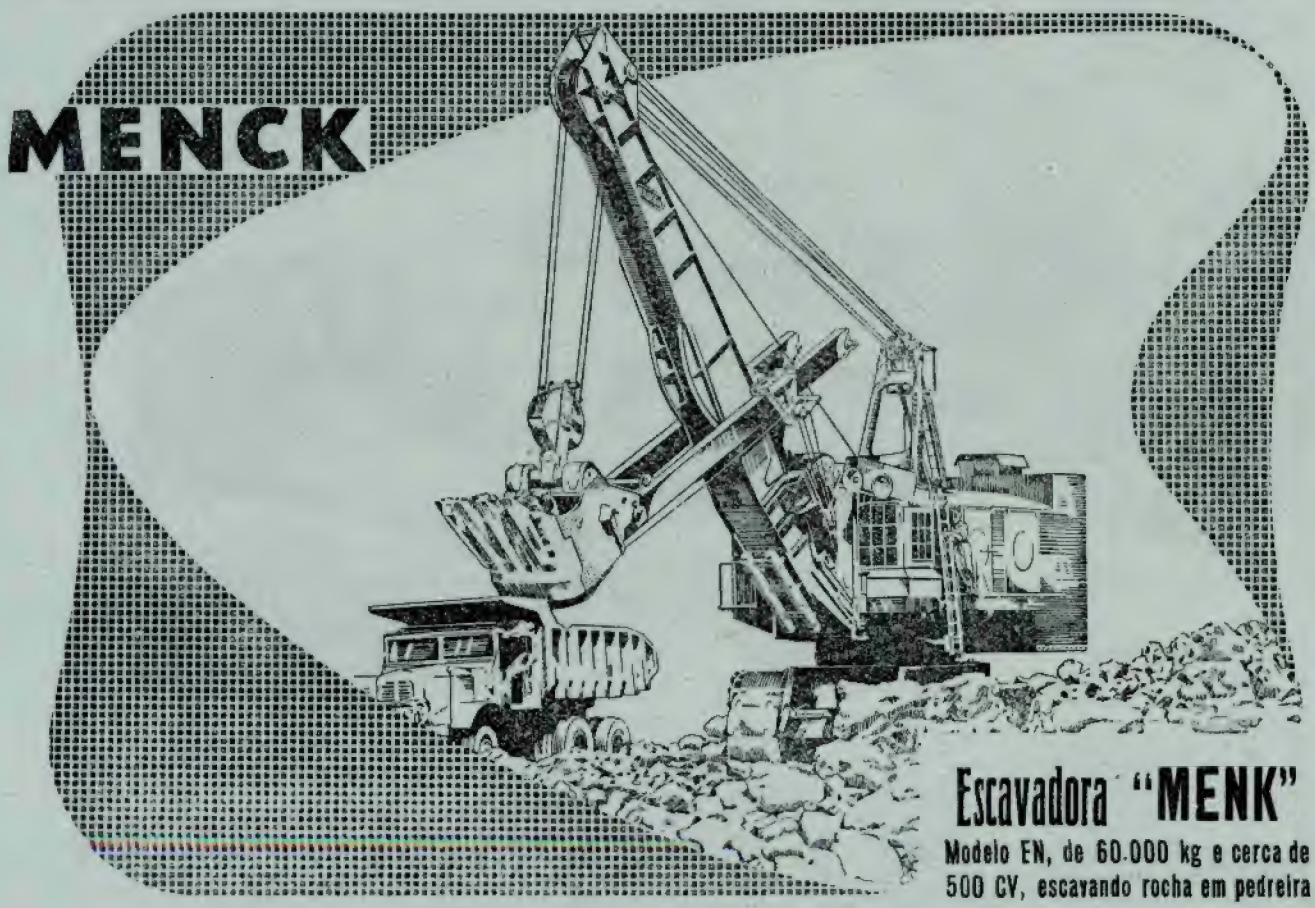
EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1854

Sede: R. de Santo António, 137 — PORTO
Telef. 20254/5

Filial: R. Antero de Quental, 17 — LISBOA
Telef. 53366

ARISTO



Escavadora "MENK"

Modelo EN, de 60.000 kg e cerca de 500 CV, escavando rocha em pedreira

Representantes em Portugal:

Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, L.da
PORTO — Praça da Liberdade, 114

Eng.º J. E. Michaëlis de Vasconcellos
LISBOA — R. Fialho de Almeida, 1

mação (11) que adoptou a transformação (5) que, sendo mais simples, é a geralmente seguida nos cursos de Cálculo.

Em III, depois de se obter, a partir de (16):

$$R_1 = u' \qquad (20)$$

escreve-se o sistema (21):

$$\begin{cases} P_1 = \varphi\, u' & (21\,a) \\ Q_1 = \varphi' + \varphi^2\, u' & (21\,b) \\ u' = R - \theta\, u^2 & (21\,c) \end{cases}$$

que resulta de reunir a equação (18) às duas equações (13) e (14) transformadas tendo em atenção (20). Afirma então o A. que para resolver o problema basta resolver o sistema anterior. Nada mais verdadeiro: bastaria mesmo resolver apenas a última equação daquele sistema ou até, determinar um integral particular daquela equação. Mas trata-se de uma equação de Riccati que não sabemos integrar e as duas equações (21 a) (21 b) em nada podem facilitar a sua resolução.

Poderá esta afirmação oterecer dúvidas? Vejamos. A equação (21 a) introduz no sistema uma nova incógnita P_1 dando-nos a expressão de P_1 em função de u'; nenhuma informação nos fornece portanto sobre expressão de u'. Anàlogamente, a equação (21 b) introduz no sistema a nova incógnita Q_1 definindo-a a partir de u'; sobre a expressão da própria função u' nenhuma informação nos dá também. Então, sendo assim, não nos fornecendo estas duas equações qualquer informação sobre u' — e muito menos sobre u que nelas não figura — como podemos esperar que a sua consideração nos auxilie a determinar u?

Desatento desta importantíssima circunstância, o A. parte do sistema (21) e decide dar-lhe a forma normal. Abstraindo de um erro tipográfico, pois no segundo membro da terceira equação do sistema normalizado — sistema (26) de págs. 231 do artigo — deveria figurar φ'', pergunta-se: para quê tanto trabalho se ele não é, em parte alguma, utilizado?

Parece oportuno recordar aqui que:

> — (c) A resolução de um sistema de equações diferenciais não é, em geral, facilitada pela sua redução à forma normal que interessa principalmente em questões teóricas. —

Em resumo: contràriamente ao preceito (b) da simplicidade e sem qualquer vantagem, desde a ocasião em que o A. estabeleceu a equação (18) até ao momento em que escreveu o sistema (21) normalizado, sempre a resolução do problema se foi tornando dependente da de problemas, em geral, mais difíceis.

E assim terminamos a análise do primeiro método proposto pelo A. para a resolução da equação de Riccati, método que consistiria, segundo parece, em determinar a função desconhecida y que satisfaz aquela equação por meio do sistema normalizado acima referido.

Em IV e V, com o fim de estabelecer-se um segundo método de resolução da equação de Riccati (1), toma-se a equação auxiliar (12) e, mercê de um erro de cálculo, chega-se à relação seguinte — equação (42) de págs. 234 do artigo —:

$$\frac{P_1^2}{4\,R_1} - Q_1 - R_1 + \varphi' = 0$$

Um erro de cálculo comete-o qualquer; é coisa que aos melhores acontece. No caso presente o erro resultou de, na última parcela do segundo membro da equação (34) de págs. 233 do artigo, se ter escrito + R onde deveria ter-se escrito — R.

O que causa, porém, estranheza é que utilizando exclusivamente a hipótese de φ, dada por (13), ser um integral particular da equação (12) alguém admita, por um momento, a possibilidade de chegar a uma relação distinta daquela que exprime a referida hipótese, isto é, distinta da equação (14).

É oportuno acentuar aqui uma circunstância que devemos ter constantemente presente no nosso espírito:

> — (d) Os cálculos, por mais simples ou mais complicados que sejam, não podem nunca substituir as ideias ou os factos. A linguagem matemática é admiràvelmente clara, precisa e concisa. Mas é apenas um meio de expressão: representa ideias, descreve raciocínios mas não cria umas ou outros. Em especial: um mesmo facto pode exprimir-se, em linguagem matemática, por mais de uma equação mas todas serão então equivalentes entre si. Mais especialmente ainda: quando em duas equações que exprimem o mesmo facto figuram as mesmas grandezas, as duas equações terão de ser idênticas. —

Tendo-se aceitado a validade da equação (42) de págs. 234 do artigo:

$$\frac{P_1^2}{4\,R_1} - Q_1 - R_1 + \varphi' = 0 \qquad (22)$$

e estabelecido a equação (14) que, em face de (13), se escreve:

$$\frac{P_1^2}{4\,R_1} - Q_1 = -\varphi' \qquad (23)$$

poderia ter-se deduzido imediatamente, substituindo as duas primeiras parcelas do primeiro membro de (22) pelo segundo membro de (23) que, sendo ambas verdadeiras, teria de ser:

$$R_1 = 0\,. \qquad (24)$$

Portanto, atendendo a (20), seria sempre:

$$R_1 = u' = 0$$

quer dizer, poderíamos escrever em todos os casos:

$$u = c$$

e o problema da determinação do integral geral da equação (1) estaria assim definitivamente resolvido substituindo, em (10), u_1 por uma constante.

E à adopção do procedimento indicado se reduz, afinal, o segundo método proposto pelo A. para a resolução de qualquer equação de Riccati.

Ora mesmo que este resultado não tivesse parecido excessivamente simples seria prudente averiguar que forma tomava o sistema (21). Obter-se-ia então o sistema:

$$\begin{cases} P_1 = 0 \\ Q_1 = \varphi' \\ o \;\; = R - \theta\, c^2 \end{cases}$$

e, observando que a última equação estabelecia uma relação entre R e θ que só dependem dos coeficientes da equação dada, concluir-se-ia que este resultado é absurdo.

Porque não obteve o A., como seria de esperar, a equação (24) ao proceder aos cálculos com que termina as partes III e V do seu estudo? Em primeiro lugar porque não atentou na circunstância seguinte:

— (e) Se uma função φ (x) for determinada — e em especial se for conhecida — serão também determinadas as suas derivadas φ', φ'', ... Se soubermos então que é, por exemplo:

$$\varphi'' = 0$$

poderemos deduzir, por integrações sucessivas, que será:

$$\varphi' = c_1$$
$$\varphi = c_1\, x + c_2$$

mas as constantes c_1 e c_2 não são, de forma alguma, arbitrárias; têm valores perfeitamente determinados. Admitir o contrário equivaleria a supor que as operações de derivação e integração, efectuadas a seguir, têm a virtude de tornar indeterminado o que é determinado. —

Em segundo lugar porque, desrespeitando o preceito (b) da simplicidade, introduziu nesses cálculos duas hipóteses ($\varphi'' = o$ ou $\varphi'' \neq o$) desnecessárias e complicadoras que obscureceram os raciocínios e mascaram a clareza do resultado expresso por (24). Em terceiro lugar, finalmente, porque se limitou a indicar como se deveriam calcular as constantes em vez de proceder à sua determinação efectiva.

Em VI, apresentam-se dois exemplos de aplicação do estudo feito.

A propósito destes exemplos lembraremos um preceito importante que não foi tomado em consideração:

— (f) Quando se estabelece um processo de resolver um certo tipo de problemas práticos é aconselhável enunciar, em termos concisos, uma regra que seguida fielmente — digamos, mecânicamente — permita chegar, partindo dos dados do problema, à sua solução. Os exemplos serão apresentados depois como modelo do caminho a seguir, como prova de que não surgem surpresas na aplicação da regra exposta. —

Esclareceremos ainda que a função $u = \psi$ determinada no primeiro exemplo — que não foi

levado até ao fim, como seria de desejar — não satisfaz a equação (21 c); substituindo, em (10), u_1 pela expressão desta função não poderíamos portanto obter o integral geral da equação de Riccati considerada. No segundo exemplo, pelo contrário, por um acaso fácil de explicar, a função $u = 1$ a que se chegou ($\psi = c_2 = 1$, segundo a notação do artigo) satisfaz (21 c) e, por esse motivo, a função apresentada no final, obtida fazendo $u = 1$ em (10), é realmente o integral geral da equação que se pretendia integrar.

E terminamos aqui, porquanto a análise das ideias e dos processos utilizados nestes exemplos, apesar de instrutiva, seria excessivamente extensa para ser feita nesta ocasião.

3. Sugestões

O presente artigo e o que acabámos de apreciar justificam, parece-nos, algumas sugestões.

1.ª Deve cultivar-se, nos estudantes de Matemática, um sentimento de profunda admiração e respeito pelos altos espíritos que construiram a Ciência que pretendem conhecer. Não o fizeram sem esforço e, muitas vezes, sem sacrifício. Se não quisermos considerá-los génios, consideremo-los apenas homens honestos, inteligentes e trabalhadores que merecem, pelo que fizeram em nosso benefício. amiga gratidão.

E, sem azedume ou complexos de inferioridade deslocados, prestemos-lhes homenagem fazendo-lhes justiça: Se alguns desses homens tentaram sem êxito a resolução de determinado problema é bem pouco provável que possamos resolvê-lo nós, empregando exclusivamente os meios de que eles dispunham já.

2.ª Quem leia, separadas do texto que as acompanha, as observações indicadas em 2. com (a), (b), . . . , (f) acha-las-à talvez banais, sabidas e ressabidas ou até destituídas de sentido. Mas «saber» o que se afirma numa frase não é apenas te-la ouvido muitas vezes e repeti-la de diferentes maneiras em variadas ocasiões. É também, e principalmente, ter esse conhecimento presente no momento oportuno e sentir a necessidade de o tomar em consideração — como, ao andar, procuramos o melhor caminho ou nos afastamos do obstáculo que se opõe à nossa passagem —.

A divulgação de erros típicos frequentemente cometidos pelos estudantes de Matemática na resolução dos problemas que lhes são postos, o enunciado claro dos teoremas esquecidos ou dos preceitos violados ao realizá-los, a análise das consequências de tais erros e a fixação das características destas, cujo conhecimento tantas vezes permite reconhecê-los e localizá-los — e portanto, eliminá-los —, parecem-nos excelentes meios de ensino daquela Ciência.

Tentámos mostrar, na parte 2, deste trabalho, a aplicação das ideias anteriormente expressas. E perguntamos: Não haveria vantagem em se fazer alguma coisa mais neste sentido?

3.ª Vai longo este artigo, muito mais longo do que desejaria o seu autor. Mas «a propósito da equação de Riccati» haveria tanto que dizer ainda . . .

Afirma-se: Só se sabe «integrar a equação de Riccati» quando se conhece um integral particular dessa equação. Mas qual é o exacto significado desta proposição? Sabe-se, pelo teorema de Cauchy, que aquela equação diferencial «determina» geralmente uma função que a satisfaz: o seu integral geral. Conhecem-se métodos que permitem «resolver numèricamente» as equações diferenciais. Que diferenças fundamentais distinguem os conceitos indicados de integração, de determinação e de resolução numérica?

Em que casos se sabe integrar a equação de Riccati sem o conhecimento prévio de um integral particular? Pode estabelecer-se uma relação exaustiva de tais casos? Poderá demonstrar-se — ou estará já demonstrado — que não é possível, no caso geral, integrar a equação de Riccati?

Eis algumas questões que um Professor ou pessoa competente poderia abordar, certo de realizar trabalho útil cuja oportunidade o artigo que tentámos analisar claramente revela.

C. D. U. 621.331.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,4 % dos totais do País.*

MARÇO

I — Breve nota mensal

O mês de Março foi extremamente húmido o que teve como consequência elevados descarregamentos. Deve assinalar-se devidamente o facto de ter sido este o primeiro mês em que toda a produção da rede do R. N. C. foi de origem hidráulica.

A central da Bouçã, após diversos ensaios efectuados, entrou definitivamente em exploração já com o seu equipamento completo (2 grupos).

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	154,9	171,3	+ 11
Produção térmica (P_t)	2,0	0,0	—100
Produção total (P_T)	156,9	171,3	+ 9
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	42,2	44,0	+ 4
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	110,0	122,4	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . (1)	152,2	166,4	+ 9

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	422,4	516,0	+ 22
Produção térmica (P_t)	18,8	3,3	— 82
Produção total (P_T)	441,2	519,3	+ 18
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	99,0	128,3	+ 30
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	226,1	376,0 (2)	+ 15
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	425,1	504,3	+ 19

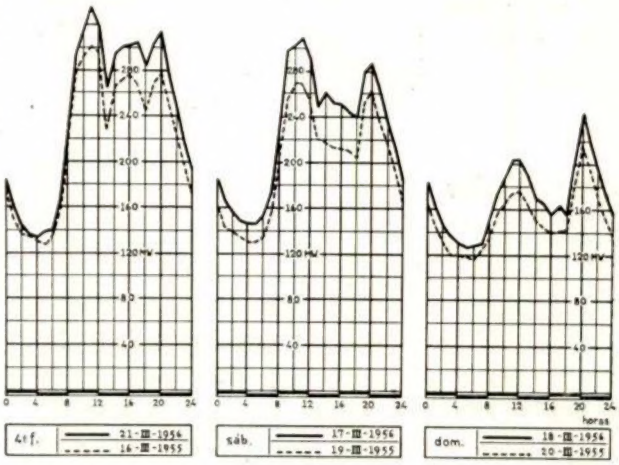
Notas:

(1) Vidé nota correspondente ao mês de Janeiro.

(2) Obtido depois de corrigido o valor acumulado no mês anterior.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	16-3-955	21-3-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5355	5915
Produção termica (P_t) — MWh . .	41	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5396	5915
Utilização da ponta (U) — horas	17,7	17,3
Factor de carga (α)	0,74	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,42	0,39



Os diagramas do sábado e do domingo do ano de 1956, são os do sábado e do domingo anteriores à terceira 4.ª feira em virtude de no sábado seguinte, dia 24, ter havido perturbações importantes na rede.

IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	130,1	99,1
Salamonde	27,8	99,7
Caniçada	32,0	95,5
Guilhofrei	8,3	100,0
Lagoa Comprida	26,7	90,3
Santa Luzia	33,8	99,8
Cabril	316,2	95,4
Castelo do Bode	161,3	98,3
Pracana	10,2	98,8
Póvoa	11,0	95,8
Total	770,7	97,0

Nota:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido como se indica na nota correspondente ao mês de Janeiro.

O MATERIAL DE ILUMINAÇÃO FLUORESCENTE ACEC

CIENTÍFICAMENTE ESTUDADO E VERIFICADO, OFERECE AS MAIS COMPLETAS GARANTIAS DE ALTA

QUALIDADE

LÂMPADAS
BALASTROS
ARRANCADORES
ARMADURAS

UMA DAS FASES DE FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES ACEC

ACEC - ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

REPRESENTANTES GERAIS

INEL - INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS

SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TEL. 40174, 47355, 55317, 56582 e 57158 — TELEG.: INELA-LISBOA
DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEF. 28841, 28842 e 28843 — TELEG.: INELAPO-PORTO

ACEC CHARLEROI

UNILENE

Características :

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições :

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações :

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489